

九州地域の活断層の長期評価(第一版)

九州地域として評価の対象とした地域は、九州とその近隣島嶼及び周辺海域からなる。ここでは、九州地域における活断層で発生する地震について、その活動が社会的、経済的に大きな影響を与えると考えられるマグニチュード (M) 6.8以上の地震を対象とし、これまでに行われた調査研究成果に基づき、長期評価を行った。

1. 評価対象地域の特徴

九州地域の活断層の分布、断層の型（正断層・逆断層・右横ずれ断層といったずれのタイプ）及び活動性には地域性があり、ここでは図1に示すように九州地域を九州北部、中部、南部の3つの区域に分けて、各区域に分布する活断層及び地震活動の特徴を述べる。

九州北部では、北西－南東方向に延びる左横ずれの活断層が卓越し、それらは10－20 km程度の間隔で分布している（図1）。また、一部に北北東－南南西方向に延びる右横ずれの活断層も見られることから、この区域は東西方向に圧縮する力が働いていると考えられる。九州北部の被害地震は、九州中部や九州南部と比較して少ない。

九州中部の活断層は、主としてほぼ東西方向に延び、九州北部や九州南部に比べて密に分布する。これらの活断層のほとんどは、南北方向に伸びる力が働くことに伴う正断層であり（図1）、別府－島原地溝の形成と密接に関連していると考えられる。九州中部に分布する活断層の活動度は、九州北部、九州南部に比べて高く、被害地震の発生数も多い。

九州南部では、その西部から南西部の陸域及び沿岸海域において、北東－南西から北北東－南南西方向に延びる活断層が分布する。これらの活断層はいずれも北西－南東から北北西－南南東方向に伸びる力が働くことによる、一部に右横ずれを伴う正断層であり（図1）、沖縄トラフの拡大が関係している可能性がある。これらの活断層の活動度は比較的低い。一方、鹿児島湾から霧島山にかけて南北方向に延びる鹿児島地溝（図1）に沿って霧島山や桜島などの活火山が分布し、この付近では被害地震が発生している。

日本列島では、主として水平方向に圧縮する力が働くことにより逆断層と横ずれ断層が卓越する。その中で、九州地域は、特に九州中部と南部において、水平方向に伸びる力が働いていることを反映して正断層が多いという特異な地域である。

2. 九州地域の活断層の特性と地震の長期評価

2-1. 九州北部

九州北部の活断層は、北西－南東方向に延びる左横ずれの活断層が多く、福智山断層帯（図2の断層②）、西山断層帯（③）、宇美（うみ）断層（④）、警固（けご）断層帯（⑤）、日向峠－小笠木峠（ひなたとうげ－おかさぎとうげ）断層帯（⑥）が分布する。また、北北東－南南西方向に延びる小倉東（こくらひがし）断層（①）は右横ずれ断層である（図1、図2）。九州北部に

は、これらの活断層のほかにも、糸島半島北西の沿岸海域に分布する糸島半島沖断層群 (⑰) などの活断層が知られている (図2)。

九州北部の地震活動は、明治以降、2005年3月の福岡県西方沖の地震 (M7.0) の発生までは比較的低調であった。この地震は、警固断層帯北西部の最新活動と考えられる (注1)。なお、この他の歴史地震としては、対馬と壱岐の間の海域で発生した1700年の地震 (M7.0) が規模の大きな地震として知られている。

九州北部の活断層を構成する各区分 (評価単位区分) が単独で活動する場合の地震の規模、複数区分が同時に活動する場合の地震の規模、また九州北部の活断層のいずれかを震源として今後30年以内にM6.8以上の地震が発生する確率を表1に示す。九州北部の活断層で発生しうる最大の地震は、西山断層帯の全体が同時に活動する場合であり、M7.9-8.2程度の地震が発生する可能性がある (注1) (表1)。

2-2. 九州中部

九州中部には、九重山、阿蘇山、雲仙岳などの活火山がほぼ東西に分布し、この方向に延びる断層として、水縄 (みのう) 断層帯 (図2の⑦)、佐賀平野北縁断層帯 (⑧)、別府-万年山 (はねやま) 断層帯 (⑨)、雲仙断層群 (⑩) が分布している (図1、図2)。これらの活断層は、南北方向の地面の伸びに関連し、正断層成分を伴うことで特徴付けられる。東北東-西南西方向に延びる布田川 (ふたがわ) 断層帯 (⑪-1) は右横ずれを主体とする断層であるが、南東側が相対的に隆起する正断層成分を伴う。九州中部には、これらの活断層のほかにも、佐賀関半島北部に位置する佐賀関断層 (⑱) や大村湾南東に位置する多良岳南西麓断層帯 (⑲) などの活断層が分布している (図2)。

九州中部の地震活動は、九州地域の他の区域に比べて活動度が高く、水縄断層帯が活動した可能性がある679年の筑紫地震 (M6.5-7.5) や、別府-万年山断層帯の活動による可能性がある1596年の慶長豊後地震 (M7.0±1/4) が発生している。また、1922年 (大正11年) の千々石 (ちぢわ) 湾の地震 (12月8日にM6.9及び6.5の地震) は、雲仙断層群南西部の近傍で発生した被害地震として知られている。

九州中部の活断層の活動性は、九州北部や九州南部の活断層に比べて高い。特に別府-万年山断層帯は、我が国の内陸活断層の中でも、最も活動的な断層の一つである。

九州中部の活断層を構成する各評価単位区分が単独で活動する場合の地震の規模、複数区分が同時に活動する場合の地震の規模、また九州中部の活断層のいずれかを震源として今後30年以内にM6.8以上の地震が発生する確率を表1に示す。九州中部は、活動度の高い活断層が多数分布していることを反映して、九州北部や九州南部に比べて面積が小さいにもかかわらず、今後30年以内にM6.8以上の地震が発生する確率が最も高い。

九州中部の活断層で発生しうる最大の地震は、別府-万年山断層帯の別府湾-日出生断層帯全体が同時に活動した場合であり、その場合にはM8.0程度の地震が発生する可能性がある。また、布田川断層帯北東端の布田川区分から九州南部に分布する日奈久断層帯の全体に至る広い範囲が同時に活動する場合に

は、M7.8－8.2程度の地震が発生する可能性がある（表1）。

2-3. 九州南部

九州南部の西部には、日奈久（ひなぐ）断層帯（⑪-2）、緑川断層帯（⑫）、人吉盆地南縁断層（⑬）、出水（いずみ）断層帯（⑭）といった北東－南西から東北東－西南西方向に延びる活断層が分布し、これらは南側または南東側が相対的に隆起する正断層成分を主体とし、一部は右横ずれ成分を伴う（図1、2）。また、九州南部の南西部には、東北東－西南西から北東－南西方向に延びる正断層成分をもつ市来（いちき）断層帯（⑯）や、沿岸海域には北東－南西方向に延びる北西側隆起の正断層成分をもつ甑（こしき）断層帯（⑰）が分布している。これらに加えて、九州南部には、鹿児島湾から南北方向に延びる鹿児島地溝が形成されており、地溝に沿って桜島、霧島山といった活火山が分布している。人吉盆地南縁断層は鹿児島地溝の北縁付近に位置する。九州南部には、これらの活断層のほかにも、九州山地内に位置する福良木（ふくらぎ）断層（⑳）、鶴木場（つるきば）断層帯（㉑）及び国見岳断層帯（㉒）、阿蘇山の南麓に位置する阿蘇外輪南麓断層群（㉓）、水俣平野南東に位置する水俣断層帯（㉔）、鹿児島地溝の西縁及び東縁を限る鹿児島湾東縁（㉕）及び鹿児島湾西縁断層帯（㉖）、薩摩半島南端に位置する池田湖西断層帯（㉗）などの活断層が分布している（図2）。

九州南部では、被害地震ではあるものの、地表にずれの痕跡が認められていない例もある。鹿児島地溝に沿っては、1914年の桜島の地震（M7.1）などの被害地震が知られているが、ずれの痕跡は報告されていない。また、1997年3月と5月に鹿児島県薩摩地方で発生した被害地震（M6.6、M6.4）でも、地表でずれの痕跡は認められていない。

九州南部の活断層を構成する各評価単位区間が単独で活動する場合の地震の規模、複数区間が同時に活動する場合の地震の規模、また九州南部の活断層のいずれかを震源として今後30年以内にM6.8以上の地震が発生する確率を表1に示す。九州南部の活断層で発生しうる最大の地震は、日奈久断層帯の全体が同時に活動する場合であり、この場合、M7.7－8.0程度の地震が発生する可能性がある（表1）。また、日奈久断層帯の全体と九州中部に分布する布田川断層帯北東端の布田川区間が同時に活動する場合には、M7.8－8.2程度の地震が発生する可能性がある（表1）。なお九州南部では、鹿児島地溝で過去にM7程度の被害地震が発生しており、表1や図1、図2に示した評価対象とした活断層以外で被害地震が発生する可能性もある。

九州地域に被害をもたらす地震は、九州地域の陸域や沿岸海域に分布する活断層によるものだけではない。中国地域や四国地域に分布し、九州地域に近接する活断層による地震でも、九州地域の東部を中心に被害が生じる可能性がある。また、九州地域で特徴的に見られる火山性の地震により、被害が生じる可能性もある。さらに、南海トラフから南西諸島海溝沿いのプレート境界で発生する海溝型地震は、九州地域の広い範囲に被害をもたらす可能性がある。

3. 今後に向けて

活断層の分布、断層の型、活動性などに基づき、九州地域を九州北部、九州

中部、九州南部の3つの区域に分け、それぞれの区域について活断層及び地震の特性を解説し、また各区域および九州地域全体において、今後30年以内にM6.8以上の地震が発生する確率を評価した。一方、活断層から発生するM6.8よりも小さい地震については、被害をもたらす可能性があるものの、今回評価を行っていない。

ここで評価の対象とした活断層は、主として断層のずれが地表付近や海底付近に記録されている長さが10 km程度以上のものである。そのため、地表にずれの痕跡を残さない伏在活断層や、活動度が低いために断層のずれが地形として保存されにくい活断層を見落としている可能性は否定できない。福岡県西方沖の地震を引き起こした警固断層帯北西部のように沿岸海域の活断層については、断層の位置・形状や活動履歴等に関する情報が十分ではないものが多く、ここでは一部の活断層のみを評価の対象とした。長さが10 km程度未満の活断層については、活動度や地震規模などの評価を行っておらず、各区域での地震発生確率においてもこれらの断層を考慮していない。

さらに、活断層を構成する評価単位区間のうち、活動履歴が不明であるために地震発生確率が不明のものや、活動履歴が判明している場合でもその年代が絞り込めていないものが少なくない。そのため、隣接する活断層あるいは評価単位区間が同時に活動する可能性やその確率についても十分に評価できていない。

個々の活断層については、平均的なずれの速度、過去の活動や正確な位置・形状に関する情報が得られていないものがある。特に今回新たに評価された断層については、活動性や断層の地下形状について不明な点が多い。今後、伏在活断層などのずれが地形に残されにくい活断層を含め、個々の断層（評価単位区間）について、発生確率や地震規模を評価するうえで必要となるデータの充実が求められる。また、今回の評価対象としていない長さ10 km程度未満の活断層についても、その特性を把握するための調査の実施が望まれる。

九州地域に分布する活断層や評価単位区間の過去の活動には、活動時期が重なるものがあり、隣接する活断層や評価単位区間が同時または短期間に活動が集中した可能性があるが、現状では、活動時期の年代範囲を絞り込めていないものが多く、また活動時期が不明な断層も少なくないため、断層活動の時間・空間的な変化については検討できていない。

このような地域的にみた活断層の活動特性を解明し、また評価地域の地震発生確率の信頼度を向上させるうえで、今後、活動履歴が不明な活断層について調査を実施するとともに、活動時期の年代範囲が広い断層については、活動時期の絞り込みを目的とした調査を進める必要がある。

今回の評価では、既往の活断層の長期評価同様、経験則を当てはめて地震の規模やずれの量の予測を行わざるを得なかったが、九州地域の活断層の活動は火山活動と密接な関係があることも考えられ、この点に関しても今後検討していく必要がある。

さらに、複数の活動区間や隣接する断層帯の連動など、活断層で発生する多様な地震を考慮した評価手法についての検討を進める必要がある。

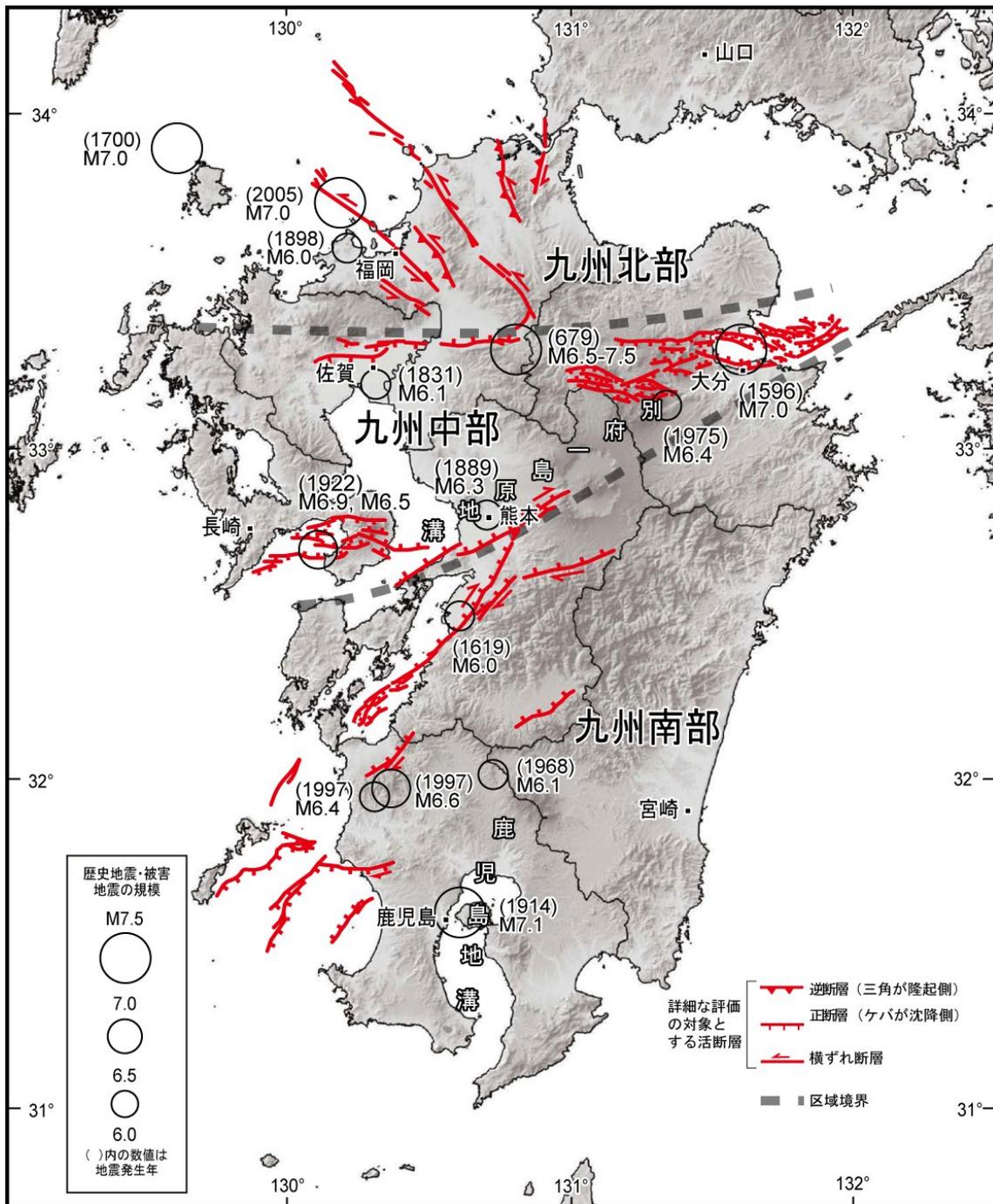
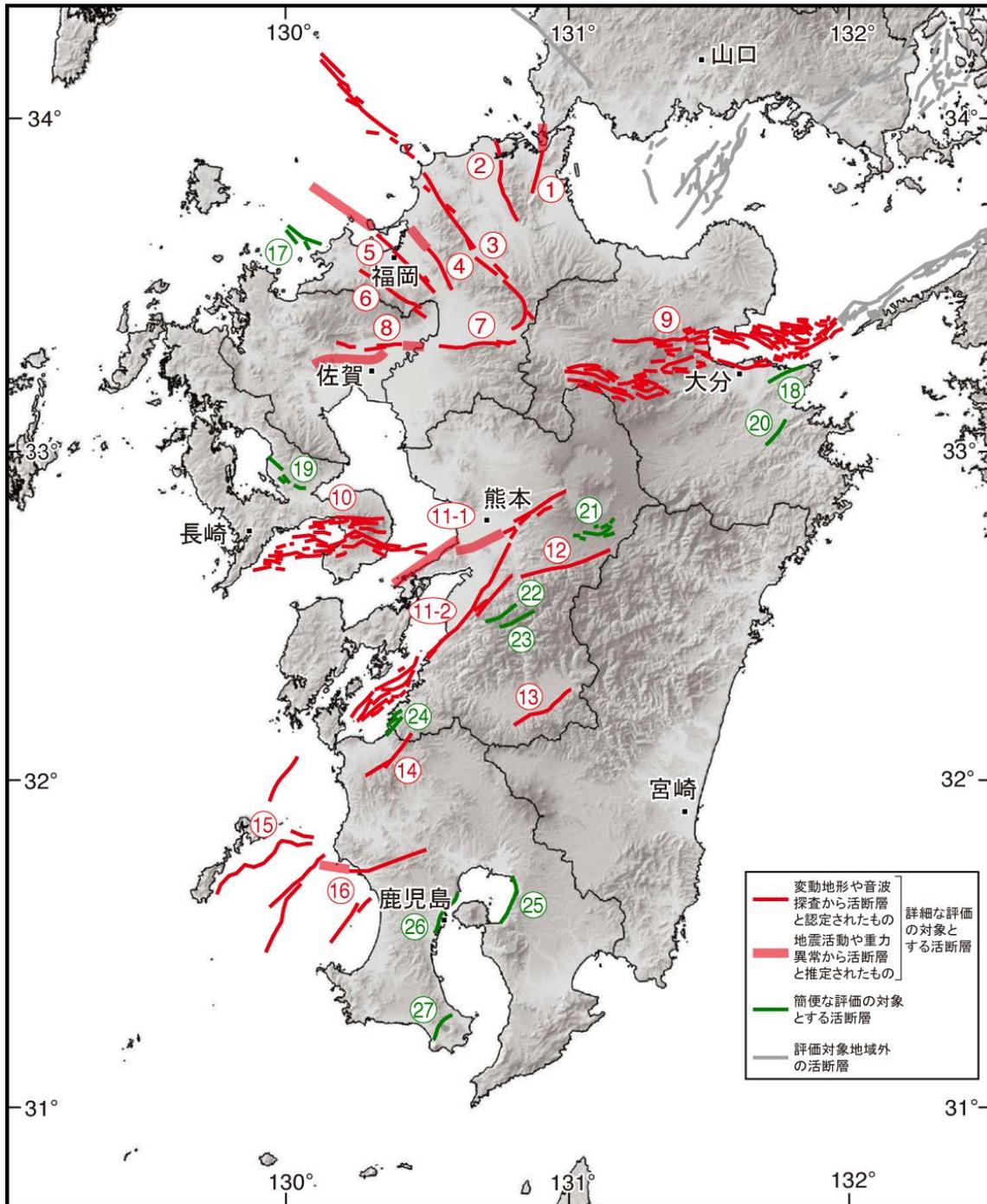


図1 九州地域(評価対象地域全体)において詳細な評価の対象とする活断層のずれの向きと種類及び九州地域で発生した歴史地震・被害地震の震央



- | | | | | |
|----------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 1: 小倉東断層 | 7: 水縄断層帯 | 12: 緑川断層帯 | 17: 糸島半島沖断層群 | 23: 国見岳断層帯 |
| 2: 福智山断層帯 | 8: 佐賀平野北縁断層帯 | 13: 人吉盆地南縁断層 | 18: 佐賀関断層 | 24: 水俣断層帯 |
| 3: 西山断層帯 | 9: 別府-万年山断層帯 | 14: 出水断層帯 | 19: 多良岳南西麓断層帯 | 25: 鹿児島湾東縁断層帯 |
| 4: 宇美断層 | 10: 雲仙断層群 | 15: 飫断層帯 | 20: 福良木断層 | 26: 鹿児島湾西縁断層帯 |
| 5: 警固断層帯 | 11-1: 布田川断層帯 | 16: 市来断層帯 | 21: 阿蘇外輪南麓断層群 | 27: 池田湖西断層帯 |
| 6: 日向峠-小笠木峠断層帯 | 11-2: 日奈久断層帯 | | 22: 鶴木場断層帯 | |

図2 九州地域(評価対象地域)において評価対象(注4)とする活断層の分布

表1 九州地域で評価した活断層で発生する地震の長期評価

地域細分	九州地域の長期評価で考慮した活断層				地域の長期評価(M6.8以上、30年確率(%)) (注2、4)		
	主要活断層帯	活断層のくくり (付録2-1)	評価単位区間 (付録2-1)	各区間が単独で活動する場合の地震の規模(M)	複数区間が同時に活動する場合の地震の規模(M)	95%信頼区間 (中央値) (注5)	九州全体の確率値 95%信頼区間 (中央値) (注5)
九州北部		小倉東断層	小倉東断層	7.1程度	—	7-13 (9)	30-42 (35)
		福智山断層帯	福智山断層帯	7.2程度	—		
	○	西山断層帯	大島沖区間	7.5程度	7.9-8.2程度 (西山断層帯全体が同時に活動)		
			西山区間	7.6程度			
			嘉麻峠区間	7.3程度			
		宇美断層	宇美断層	7.1程度	—		
	○	警固断層帯	北西部	7.0程度	7.7程度 (警固断層帯全体が同時に活動)		
南東部			7.2程度				
	日向峠-小笠木峠断層帯	日向峠-小笠木峠断層帯	7.2程度	—	簡便な評価の対象とする活断層(糸島半島沖断層群)		
九州中部	○	水縄断層帯	水縄断層帯	7.2程度	—	18-27 (21)	30-42 (35)
		佐賀平野北縁断層帯	佐賀平野北縁断層帯	7.5程度	—		
	○	別府-万年山断層帯	別府湾-日出生断層帯(東部)	7.6程度	8.0程度 (別府湾-日出生断層帯全体が同時に活動)		
			別府湾-日出生断層帯(西部)	7.3程度			
			大分平野-由布院断層帯(東部)	7.2程度	7.5程度 (大分平野-由布院断層帯全体が同時に活動)		
			大分平野-由布院断層帯(西部)	6.7程度 ^(※)			
			野稻岳-万年山断層帯	7.3程度			
		崩平山-亀石山断層帯	7.4程度	—	—		
	○	雲仙断層群	雲仙断層群北部	7.3程度以上	—		
			雲仙断層群南東部	7.1程度	—		
			雲仙断層群南西部北部	7.3程度	7.5程度 (雲仙断層群南西部北部と南部が同時に活動)		
雲仙断層群南西部南部			7.1程度				
○	布田川断層帯	布田川区間	7.0程度	7.5-7.8程度以上 (布田川断層帯全体が同時に活動)			
		宇土区間	7.0程度				
		宇土半島北岸区間	7.2程度以上	7.8-8.2程度 (布田川断層帯布田川区間と日奈久断層帯全体が同時に活動)			
簡便な評価の対象とする活断層(佐賀関断層、多良岳南西麓断層帯)							
九州南部	○	日奈久断層帯	高野-白旗区間	6.8程度	7.7-8.0程度 (日奈久断層帯全体が同時に活動)	7-18 (8)	
			日奈久区間	7.5程度			
			八代海区間	7.3程度			
		緑川断層帯	緑川断層帯	7.4程度	—		
	○	人吉盆地南縁断層	人吉盆地南縁断層	7.1程度	—		
	○	出水断層帯	出水断層帯	7.0程度	—		
	○	甌断層帯	上甌島北東沖区間	6.9程度	—		
			甌区間	7.5程度	—		
	○	市来断層帯	市来区間	7.2程度	—		
			甌海峡中央区間	7.5程度	—		
吹上浜西方沖区間			7.0程度以上	—			
簡便な評価の対象とする活断層(福良木断層、阿蘇外輪山南麓断層群、鶴木場断層帯、国見岳断層帯、水俣断層帯、鹿児島湾東縁断層帯、鹿児島湾西縁断層帯、池田湖西断層帯)							

※地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005)では、大分-由布院断層帯(西部)から発生する地震の規模をM6.7程度としているが、ここではM6.8程度とみなして評価している。

- 注1：評価文中では、各々の評価の信頼度に対応した文末表現を用いている。信頼度と文末表現との関係については、「付録1 文章中の信頼度、幅などの表現について」を参照のこと。
- 注2：個別の活断層の長期評価では、地表に断層活動の痕跡が確認できる「固有地震」（注3）の発生確率のみを評価している（例えば、地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004a，2004b，2005，2006a，2006b，2007）。一方、マグニチュードが6.8以上の地震でも明瞭な地表地震断層が出現しない場合や、出現しても長さやずれ量が活断層の長さなどから推定されるものに比べて有意に小さい場合があることを鑑み、本地域評価では、評価対象とした活断層において地表の証拠からは断層活動の痕跡を認めにくい地震の発生する確率も評価している（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2010）（詳細は注17参照）。
- 注3：「固有地震」とは、同時に活動すると想定される「活断層帯」や「評価単位区間（詳細は「付録2－1 1回の地震に対応して活動する断層の長さの評価の考え方」参照）」の全体が活動する固有規模の地震のことである。Schwartz and Coppersmith (1984, 1986)が提唱したCharacteristic earthquake modelについて、垣見 (1989)が「個々の断層またはそのセグメントからは、基本的にはほぼ同じ（最大もしくはそれに近い）規模の地震が繰り返し発生すること」と解釈しているものである。
- 注4：「詳細な評価の対象とする活断層」とは、地下を含めた断層の長さが15 km程度以上で、断層の位置・形状や活動履歴など活断層の特性を詳細に評価したものである。「簡便な評価の対象とする活断層」は、地下を含めた断層の長さが10 km程度以上、15 km程度未満で、断層の分布のみを評価したものである（詳細は注13参照）。各区域及び九州全域における今後30年間以内に発生するM6.8以上の地震発生確率には、「詳細な評価の対象とする活断層」に基づく確率だけでなく、「簡便な評価の対象とする活断層」に基づく確率も含まれている（詳細は（説明）「3.九州地域の活断層で発生する地震の長期評価」を参照）。
- 注5：確率値は、「付録4－3 評価地域の地震の発生確率の幅の統計的扱い」に基づく。

(説明)

1. 地域概観とこれまでの主な調査研究

(1) 評価地域の地質構造とテクトニクス

九州地域の活断層は、分布、断層の型（正断層・逆断層・右横ずれといったずれのタイプ）、活動性などの特徴には地域性がある。こうした特徴に基づき、本評価では九州地域を九州北部、中部、南部の3つの区域に細分した（図1）。区域境界は、新第三紀以前の地質構造と密接に関連している（図3、図4）。

九州地域の古第三紀まで（約2,500万年以前）に形成された地質構造は、基本的には西南日本弧と類似した帯状構造を示している（唐木田ほか編，1992；町田ほか編，2001；日本地質学会編，2010）（図3-2，図4）。現在の地質構造は、約4,300万年前の太平洋プレートの運動方向の変化や（Duncan and Richards, 1991）、中期中新世（約2,500-1,500万年前）の日本海の拡大に伴う西南日本弧の時計回りの回転（Otofujii and Matsuda, 1984）、沖縄トラフの拡大に伴う約200万年前以降の南九州の反時計回りの回転を伴う東進（Kodama *et al.*, 1995; Wallace *et al.*, 2009など）や火山性陥没構造を伴う火成活動などの影響を受けることにより形成された。

九州の地質構造は、臼杵（うすき）-八代構造線を境に、南側の外帯と北側の内帯とに分けられ、また、この北方に平行するように大分-熊本構造線が分布している（矢部，1925）（図3-2，図4）。臼杵-八代構造線と大分-熊本構造線は中央構造線から連続し、大分から熊本まで延長され、重力異常の急変帯として追跡される（図5、図6）。本評価では、九州中部と南部の境界として、特に顕著な重力異常の急変帯が認められ、別府-島原地溝の南縁をなす大分-熊本構造線とした（注6）。大分-熊本構造線の北側は沈降帯（別府-島原地溝）で、この沈降帯は東西走向の松山-伊万里（いまり）構造線を北限としている（Richtshofen, 1903）。九州中部と北部の境界は、明瞭な重力異常の急変帯として追跡される松山-伊万里構造線の北側とした（図5、図6）（注6）。

現在の九州北部は、東西方向の圧縮応力場に置かれる一方、九州南部は、西側の沖縄トラフにおける琉球弧の背弧拡大に大きく支配される。さらに九州南部は、東側の日向灘沖におけるフィリピン海プレートの沈み込みの影響を受けている。また、九州中部では、地殻がほぼ南北方向に伸びて地溝が形成され、正断層運動が進行している。

九州北部の地質構造は、中生代や古生代の堆積岩（秋吉帯）や変成岩類（三郡帯）及びそれに貫入した白亜紀の花崗岩類からなる山地と、古第三紀層により埋積された北西-南東から南北走向の半地溝ないし地溝状凹地によって特徴付けられ、それらの構造は重力異常分布にも明瞭に表れている（図4-図6）。後者の形成については、古第三紀に生じた太平洋プレートの運動方向の変化にともなう応力場の変化によるとする見解（酒井，1993）と、中期中新世の地域的・短期的な伸張場によるとする見解（尾崎，2013）がある。一方、九州北部の西側地域は、島嶼が多く海岸は出入りに富むが、海岸段丘はほとんど見られない。また、沿岸低地では河成段丘を欠き、沖積平野が山地末端に接している。こうした地形学的な特徴は、九州北部では新生代後期を通じ上下変動はわずかで、地殻変動が緩やかであることを示している（下山ほか，1999；小池・町田編，2001）。

九州北部に分布する活断層のうち、小倉東断層、福智山断層帯、宇美断層は、上述の北西-南東から南北方向に延びる半地溝を限る正断層として形成されたものが、断層の西側が相対的に隆起する逆断層成分を含む横ずれ断層として再活動したものである（渡辺，1989；千田，2001など）。一方、警固断層帯北西部を震源とする2005年福岡県西方沖の地震（M7.0）の震源断層は、ほぼ垂直な断層面であった（Shimizu *et al.*, 2006）が、これも中新世に活動した横ずれ断層の再活動と考えられている（尾崎，2013）。

九州中部は、約600万年前からの火山活動を伴って形成された沈降帯であり（Kamata, 1989）、内部には別府-島原地溝（松本，1979）のような正断層で限られた沈降帯が分布している。また九重、阿蘇、雲仙などの新しい火山をはじめ、鮮新世以後の火山噴出物が分布する。地震活動も活発であり、日本の陸上としては特異な伸張性の変形が卓越した領

域となっている。この伸張変形帯は、大局的には南西方向に沖縄トラフに連続するものの、伸張性の構造は広い範囲に分散している（図3）。

以上のような特徴を持つ九州中部には、多数の活断層が分布している（図1、図2）。九州中部南縁の大分－熊本構造線に沿っては、別府－万年山断層帯や布田川断層帯が分布している。別府－万年山断層帯は、右横ずれ成分を含む正断層であり、九州地域で最も平均変位速度が大きい断層帯となっている。松山－伊万里構造線に沿っては、佐賀平野北縁断層帯や水縄断層帯などの東西走向の活断層が分布する。

九州南部の大きな地質構造としては、内帯と外帯を分ける臼杵－八代構造線、外帯の秩父累帯と四万十帯を分ける仏像構造線、主として四万十帯中の大きな屈曲構造（北薩の屈曲）がある（図3－2、図4）。日奈久断層は外帯を斜めに切る断層群の一つである。緑川断層は臼杵－八代構造線の一部が再活動したものである。仏像構造線自体は現在のテクトニクスに影響を与えていない。北薩の屈曲は、日本海拡大時に時計回りに回転した西南日本と九州南部にはさまれて短縮変形を受け形成したと考えられている（Murata, 1987）。この屈曲のヒンジ部（屈曲・褶曲の曲率の最も大きな部分）には、人吉盆地南縁断層や出水断層帯のような活断層が形成されている。

九州南部の火山フロント周辺には、多くのカルデラ（火山構造的陥没）が形成され（宇都ほか, 1997）、これに伴い鹿児島地溝の拡大部を形成している。例えば鹿児島湾東縁、西縁断層帯（図2）はこのような伸長テクトニクスのもとで形成され、両者の間に 1 ± 0.5 Ma (Ma: 百万年前) 以降に鹿児島地溝が成長した（長谷, 1988）。また鹿児島地溝の北縁は、北薩の屈曲のヒンジ部に概ね一致している。一方、鹿児島地溝の西側は、沖縄トラフの延長と考えられる東シナ海側の男女海盆における背弧拡大の影響を受け、甕断層帯や市来断層帯などの多数の正断層型の活断層が分布する（図3－1）。背弧側の伸張変形は、広範な変形帯として北方に拡散し、前述の九州中部に続いている。

以上のほか、九州・パラオ海嶺の沈み込み地点を中心にした反時計回りの回転が、測地データなどから明らかになっている（Nishimura and Hashimoto, 2006; Takayama and Yoshida, 2007など）（図3－1、図7－1）。また九州南部の火山フロントより東側において、約90万年の間に400－500 mあまりの隆起の痕跡が認められる（長岡ほか, 2010）。これらは、九州・パラオ海嶺の沈み込みと沖縄トラフの拡大の双方の影響と考えられている（例えば、Wallace *et al.*, 2009など）。

（2） 地殻変動

（2）－1. 概要

九州地域は、南東側からのフィリピン海プレートの沈み込み、西側の沖縄トラフにおける拡大などの影響を受け、複雑な地殻変動を示す地域である（図3－1）。明治以来の三角（三辺）測量のデータに基づくと、九州地域では東西圧縮があまり見られず、九州中部を中心として南北伸張ひずみが見られることが指摘されている（多田, 1984）。

近年、GNSS（注7）連続観測点網が日本全国に整備され、日本列島で生じている地殻変動が詳細に捉えられるようになった。図7－1は、2006年3月から2011年3月の5年間の観測から得られた、九州地域におけるGNSS観測点の平均変位速度ベクトルを示している。ベクトルの基準点は、本地域内の安定した地域である対馬に設置されているGNSS観測点「上対馬」とした。また、図7－2は、同時期におけるGNSS観測結果から計算された水平ひずみ速度の分布を示している。この時期には九州地域で顕著な地震は発生しておらず、これらの図は、九州地域における地殻変動の定常的な状況を示していると考えられる。これらの図を見ると、九州北部及び中部の東側では、フィリピン海プレートの沈み込みの影響と考えられる西北西方向への変動とそれに対応した東西方向の圧縮ひずみ、九州中部では南北方向の伸張ひずみが見られるなど、地域毎で特徴が異なっていることが分かる。ここでは、主にGNSS観測で得られた地殻変動データに基づき、各区域の地殻変動の特徴を述べる。

(2) - 2. 九州北部

九州北部では、西から西北西方向への水平変動が見られる(図7-1)。変動速度は東側の福岡県東部では0.7cm/年程度であるが、西に向かうにつれて小さくなり、佐賀県から長崎県にかけての領域ではほとんど変動が見られない。水平ひずみの分布を見ると、九州北部の全域にわたって東西方向から北西-南東方向の 1×10^{-7} /年(注8)程度の圧縮ひずみが見られる(図7-2)。この区域では、北西-南東方向に延びる左横ずれ断層が卓越しており、一部に北東-南西方向の右横ずれ断層が見られることから、概ね東西方向の圧縮場にあると考えられ、このこととGNSS観測で見られる地殻変動は調和的であるといえる。なお、約100年間の測地観測結果では顕著なひずみは見られない(図7-3)。

九州北部の上下変動については、いくつかの観測点でわずかな沈降が見られるが、系統的には顕著な変動は見られない(図7-4)。

なお、2005年3月20日に発生した福岡県西方沖の地震(M7.0、最大震度6弱)に伴う地殻変動が観測された((3)-1. 地震活動の現況を参照)。

(2) - 3. 九州中部

九州中部では、東側の大分市付近で西北西方向への水平変動が見られるが、西に向かうにつれて南方向への変動が大きくなり、島原半島付近では西南西から南西方向の変動となっている(図7-1)。変動速度は東側の大分市付近で大きく2cm/年程度に達するが、西に向かうにつれて小さくなり、島原半島付近では0.6-0.8cm/年程度である。東側で見られる西北西方向への変動は、フィリピン海プレートの沈み込みの影響と考えられる。水平ひずみの分布を見ると、九州中部の全域にわたって北東-南西方向から南北方向の 1×10^{-7} /年程度の伸張ひずみが見られ(図7-2)、この区域が東西走向の正断層を伴う別府-島原地溝であることと整合している。約100年間の測地観測結果でも、この区域では顕著な南北方向の伸張ひずみが見られ(図7-3)、GNSS観測結果と同様の傾向となっている。多田(1984、1985)は、明治以来の測地測量の結果や重力異常、浅発地震のメカニズムから、九州中部区域が南北に拡大しつつある沖縄トラフの一部であり、別府-島原地溝が沖縄トラフのリフトバレーとして解釈できることを提唱した。また、Takayama and Yoshida(2007)は、GNSS観測結果に基づき検討し、別府-島原地溝西部は南北伸張が見られ、地溝が沖縄トラフの延長であると考えられるが、地溝東部は四国側から続いている前弧スリバー運動の影響を受けているとしている。

九州中部の上下変動については、GNSS観測によると九州中部の全域にわたってわずかな沈降が見られ(図7-4)、この区域が別府-島原地溝にあたることと整合しているように見える。なお、阿蘇山周辺では周囲より沈降速度がやや大きく、-0.4cm/年程度である。この阿蘇山周辺では、GNSS観測から最大で 5×10^{-7} /年程度と大きな東西方向の圧縮ひずみが見られており、同区域で沈降速度がやや大きいこととあわせると、2006年3月から2011年3月の間に阿蘇山の地下で収縮が起こっていた可能性が考えられる。

(2) - 4. 九州南部

九州南部では、東側の宮崎県北部で西北西方向への変動が見られるが、宮崎県南部では南南東方向への変動となり、その方向は日南市付近を中心に反時計回りに変化する(図7-1)。この傾向は九州南部全域にわたって見られ、熊本県南部では南西方向、鹿児島県では南南東方向への変動となっている。これは、日向灘におけるプレート間カップリングが北側では強く、南側では弱いことにより、フィリピン海プレートの沈み込みの影響による西北西方向への変動が南に行くにしたがって小さくなることと、九州の最南端部が南南東方向へ動いていることによって生じていると考えられる。この九州最南端部の南南東方向への動きは、沖縄トラフの拡大によるブロック運動(渡部・田部井, 2004、Nishimura and Hashimoto, 2006)、マントル流による地殻の引きずり(Seno, 1999、Takayama and

Yoshida, 2007)などがその要因として考えられている。水平ひずみの分布を見ると、九州南部では東西方向から北東-南西方向の圧縮ひずみが見られ、その大きさは 1×10^{-7} /年程度である(図7-2)。なお、鹿児島地溝の北部周辺では、北北西-南南東方向の最大で 5×10^{-7} /年程度の大きな伸張ひずみが見られ、桜島や霧島山などの火山活動に伴う変動と考えられる。

九州南部の上下変動については、桜島周辺で火山活動に伴うと考えられる隆起が見られる他は、目立った変動は見られない(図7-4)。

なお、鹿児島県薩摩地方で1997年3月26日(M6.6、最大震度5強)及び5月13日(M6.4、最大震度6弱)に発生した地震に伴う地殻変動が、GNSS観測及びSAR干渉解析により観測された((3)-1.地震活動の現況を参照)。

(3) 地震活動

(3)-1. 地震活動の現況

九州地域で発生する地震は、陸域や沿岸部の浅い場所(深さ約20 km以浅)で発生する地震(以下、「浅い陸域の地震」)、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生するプレート間地震、沈み込むフィリピン海プレート内の地震がある。ここでは、活断層の活動に関係する地震として、浅い陸域の地震について、1997年から2010年までの約13年間の地震活動について述べる。九州地域の深さ20 km以浅で発生した地震の震央分布を図8-1-図8-4に示す。九州地域の浅い陸域の地震の発震機構は正断層型、横ずれ断層型が多く、逆断層型は少ないという特徴がある(図9-1、図9-2)。また、1997年から2010年までの約14年間に深さ30 km以浅で発生したM3.0以上の地震の観測結果について、規模別度数の関係式(グーテンベルク・リヒターの式、以下「G-R式」)に適用すると、その係数(b値)は1.0程度と推定される(図10(d))。

九州北部の地震活動をみると、2005年(平成17年)3月20日の福岡県西方沖の地震(M7.0、最大震度6弱)とその余震活動を除くと、M4.0以上の地震は非常に少ない。ただし、例えば、西山断層帯の南側から別府-万年山断層帯の北側にかけてや、日向峠-小笠木峠断層帯に沿った区間など、深さ10 km程度以浅で西北西-東南東方向に、微小地震の震源が線状に分布している領域がいくつか見られる(図8-2)。D90(注9)の深度は12-15 kmであり(図11-1、A-A')、日向峠-小笠木峠断層帯や佐賀平野北縁断層帯が位置する断面中央部では深くなる傾向を示す。地震発生層の下限の深さは、温度構造に対応して変化することが知られている(Ito, 1999; Omuralieva *et al.*, 2012など)。ここで、温度構造の目安となるキュリー点深度(注10)は8-10 kmであり(図11-2)、傾向はD90と同様に中央部で深くなっている(Okubo *et al.*, 1985)。発震機構が決められている地震は少ないが、福岡県西方沖の地震の余震の発震機構は横ずれ断層型が多く、それ以外に九州北部の東側に逆断層型が見られる(図9-1)。福岡県西方沖の地震の余震の発震機構の圧力軸は概ね東北東-西南西方向であり、それ以外の地震についても圧力軸はおおよそ東西方向の傾向にある(図12)。福岡県西方沖の地震は、警固断層帯北西部の活動により発生した地震であり、その発震機構は東北東-西南西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。また、この地震に伴い、地殻変動も観測されている(図13-1)。なお、九州北部における最近約13年間に発生したM3.0以上の地震の観測結果に基づくと、b値は0.9程度と推定される(図10(a))。

九州中部の地震活動をみると、M4.0以上の地震が時々発生している。別府湾-橘湾を結ぶ帯状の領域付近で地震活動がみられ、その他、筑紫平野の筑後川以南から熊本平野にかけて微小地震が集中した領域がある(図8-3)。D90の深度は10-15 kmであり、別府湾のある東側から島原半島のある西に向かって徐々に深くなっている(図11-1、B-B')。キュリー点深度は7-8 kmであり(図11-2)、九州北部や南部と比べて浅い傾向を示し、特に阿蘇山や島原半島周辺で浅くなっている(Okubo *et al.*, 1985)。なお、江原(1984)は、九州中部の地熱構造と地震活動について、1961年-1980年の間の気象庁の震源データ

を用いて調べ、火山・地熱地域で発生する地震の深さは、10 km程度までの浅い地震がほとんどであり、地下温度に規制されている可能性を指摘している。発震機構は南北方向から北北西-南南東方向に張力軸を持つ正断層型や横ずれ断層型が目立つ(図9-1、図12)。また、九州中部では阿蘇山や雲仙岳などの火山も存在していることから、火山性地震も発生している。なお、九州中部における最近約13年間に発生したM3.0以上の地震の観測結果に基づくと、b値は1.0程度と推定される(図10(b))。

九州南部をみると、鹿児島県の北西部付近を中心として東西方向に約30 km、南北方向に約20 kmの長さでそれぞれ線状に震源が集中して分布する領域がある(図8-4)。これは、1997年3月26日と同年5月13日に発生した鹿児島県薩摩地方の地震の余震活動である。この他、薩摩半島の南端部付近や桜島や霧島山周辺といった火山の周辺など、微小地震活動が集中している領域が複数あるが、M4.0以上の地震は少ない。D90の深度は10-18 kmであり(図11-1、C-C')、西側では10-11 kmと浅く、中央部付近で15 km程度になり、東端の日向付近では18 kmと深くなる。キュリー点深度は8-14 kmと変化が大きく(図11-2)、西から東に向かって深くなる傾向を示し(Okubo *et al.*, 1985)、D90と同様である。この区域では、北西-南東方向に張力軸を持つ型の地震が見られる(図9-1、図12)。1997年3月26日(M6.6、最大震度5強)及び5月13日(M6.4、最大震度6弱)に、鹿児島県薩摩地方の地震が発生した。3月26日の地震の発震機構(CMT解)は、北西-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった。また、5月26日の地震の発震機構(CMT解)も、北西-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった(注11)。これらの地震に伴い、鹿児島県北西部を中心に、電子基準点で水平方向に約2-3 cm程度の地殻変動が観測された。また、JERS-1/SARデータの干渉解析により、震央周辺の地殻変動が捉えられた(Fujiwara *et al.*, 1998)(図13-2)。なお、九州南部における最近約13年間に発生したM3.0以上の地震の観測結果に基づくと、b値は1.0程度と推定される(図10(c))。

(3) - 2. 過去の主な地震活動及び被害地震

九州地域の浅い陸域で過去に発生した主な地震活動及び被害地震について、史料及び地震観測結果に基づきまとめた結果を図14及び表2に示す。なお、史料は地域や時代によって、残存している量の多寡が異なる。ある期間に地震の発生がないように見えても、それはその期間の史料がないことによる見かけ上のものである可能性があり、必ずしも地震が発生していなかったことを示しているわけではないことに注意が必要である。

九州地域では、活断層の活動を原因とする地震のほかに、活断層の近傍で発生した地震や火山性地震でも被害の生じた地震がある。また、筑紫平野や熊本平野などの平野部、あるいはシラス台地など地盤が軟弱な地域では、M5.0-6.0程度の地震でも被害をもたらした事例がある。これらの知られている被害地震は、九州中部に比較的多く発生している。九州地域で、活断層の活動を原因とした被害地震やその他の特徴的な被害地震の主なものの例を挙げると、以下に述べる通りである。

九州北部で発生した被害地震としては、2005年の福岡県西方沖の地震がある(図14)。2005年3月20日に発生した福岡県西方沖の地震(M7.0、深さ約10 km、最大震度6弱)は、警固断層帯北西部が活動した地震である。この地震は海域で発生した地震であるが、津波は発生しなかった。この地震により、死者1名、負傷者1,204名、家屋全壊133棟、道路崩壊、岸壁陥没等の被害が生じた。地震活動は本震-余震型で、最大余震は4月20日に志賀島付近の深さ約15 kmで発生したM5.8(最大震度5強)の地震である。有感となる余震は本震後4ヶ月間観測された。

九州中部で発生した被害地震としては、679年の筑紫の地震、1596年の別府湾の地震、1922年の千々石湾の地震や1975年の大分県中部地震ほか多数の地震がある(図14)。

679年に筑紫国で発生した地震は、歴史記録からM7程度(M6.5-7.5)の地震であったと推定されており、古地震調査から水縄断層帯の最新活動であった可能性があると評価されている(千田ほか, 1994, 1995; 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004b)(表

5)。この地震により、家屋倒壊が多数発生し、幅2丈(6m)、長さ3千丈(10 km)の地割れが生じたなどの記録がある(宇佐美, 2003)。

1596年(慶長元年)の別府湾の地震(慶長豊後地震; $M7.0 \pm 1/4$)は、その被害の記録などから別府-万年山断層帯の別府湾-日出生断層帯東部の最新活動であったと推定されている(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005)(表5)。この地震の約1カ月前から複数回の有感地震があった。この地震により、山崩れが発生したほか、別府湾沿岸で津波による被害が発生し、府内(大分市)では5,000の家屋が200になったとされている(宇佐美, 2003)。

1922年の千々石湾の地震は、1922年(大正11年)12月8日に千々石湾で01時50分($M6.9$)と11時02分($M6.5$)に続いて発生した地震である。この地震により、死者26人(長崎県、うち2回目の地震による死者3人)、住家全潰195棟、非住家全潰459棟などの被害が生じた。被害は主に島原半島南部、天草、熊本市方面で生じた。この地震の震央の近傍には、雲仙断層群がある。

1975年(昭和50年)4月21日に大分県中部を震源として発生した1975年の大分県中部の地震($M6.4$)では、負傷者22人、住家全壊58棟などの被害が生じた。この地震の震央の近傍には、別府-万年山断層帯が分布している。この地震に伴う明瞭な地表の断層変位は確認されていない。

九州南部で発生した被害地震としては、1914年の桜島の地震や1997年の鹿児島県薩摩地方の地震などがある(図14)。

1914年の桜島の地震($M7.1$)は、1914年(大正3年)1月12日に桜島で発生した地震である。この地震に伴い、小津波が生じた。この地震により、鹿児島市内で死者13人、負傷者96人、住家全壊39棟の被害が生じた。また、鹿児島市近郊では、死者22人、負傷者16人などの被害があり、鹿児島県北東部では酪農施設に被害があった。この地震の震央の近傍には、鹿児島湾西縁断層帯が分布する。この地震は桜島の大正大噴火発生から約8時間後に生じた地震であり、桜島の活動に誘発されて発生したものと考えられる(地震調査研究推進本部地震調査委員会編, 2009)。なお、この地震は、器機観測開始後では九州地域の陸域の浅い地震の中で最大規模の地震である。

1997年の鹿児島県薩摩地方で発生した地震($M6.6$ 、 $M6.4$)においては、1997年(平成9年)3月26日に発生した地震($M6.6$ 、最大震度5強)により、負傷者36人、住家全壊4棟などの被害が生じた。なお、この地震の余震である4月3日に発生した地震($M5.6$)では、負傷者5人などの被害が生じた。また、5月13日に発生した地震($M6.4$ 、最大震度6弱)では、負傷者43人、住家全壊4棟などの被害が生じた。なお、3月26日の $M6.6$ の地震、5月13日の $M6.4$ の地震のどちらも、地表に断層変位は確認されていない(村田, 1999)(図13-2)。

表2-1 九州地域の主な被害地震(M5.0以上)(1)(歴史地震)

発生時期	発生地域	地震規模	被害	備考
679年	筑紫	6.5-7.5	家屋倒壊多数。幅6m、長さ10 km程度の地割れ発生。	水縄断層帯の最新活動であった可能性がある(千田ほか, 1994, 1995)。
744年06月26日	肥後	7.0	八代、天草、葦北の3群で、死者40人余り(圧死)、民家など漂没、山崩れ280ヶ所余り。	地震の規模は、雷雨と地震が発生したと考え、山崩れを地震によると仮定した場合(宇佐美, 2003)。震央位置は推定されていない。
1596年09月01日	豊後(別府湾)	7.0±1/4	山崩れあり。別府湾沿岸で強い揺れ及び津波による被害大。	「慶長豊後地震」 別府一万年山断層帯の別府湾一日出生断層帯の最新活動であったと推定されている(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005)。 近畿地方で発生した慶長伏見地震(M=7 1/2±1/4)の4日前に発生。
1619年05月01日	肥後 八代	6.0±1/4	麦島城はじめ公私の家屋が破壊した。	日奈久断層帯の活動と推定している。(千田, 1979; 松浦ほか, 2008)。
1625年07月21日	熊本	5.0-6.0	熊本城の火薬庫爆発。天守付近の石壁、城中の石垣に被害。死者約50人。	布田川断層帯の宇土区間の近傍で発生した地震。近傍には立田山断層(熊本県, 1996)も存在。
1657年01月03日	長崎		家屋倒壊有り	
1684年12月22日	宮崎		飢肥城本丸被害。	
1698年10月24日	大分	6.0	大分城の石垣崩る。岡城破損。	
1700年04月15日	杵岐 対馬	7.0	杵岐・対馬で石垣が崩れるなどの被害。家屋全壊89棟。	
1703年06月22日	佐賀小城		小城古湯温泉の城山崩れ。久留米有感。	
1703年12月31日	豊後	6.5±1/4	大分領山奥22ヶ村で死者1人、家屋全壊273棟。油布院筋・大分領で家屋全壊580棟。	別府一万年山断層帯の一部の活動と推定(松浦, 2008)。
1705年05月24日	阿蘇		死者36人。阿蘇の坊で大破。岡城破損。熊本城は別状なし。	
1706年06月05日	熊本		地割れ、倒壊あり。	
1723年12月19日	肥後 豊後 筑後	6.5	肥後で死者2人、家屋倒壊980棟。	白木断層(4 km, 活断層研究会編, 1991)の近傍(図ではほぼ直上)で発生した地震。 近辺の布田川断層帯の宇土区間や雲仙断層群にも近い場所で発生。
1725年11月08日	肥前 長崎	6.0	1725年10月から翌年8月(グレゴリオ暦)まで断続的に発生。建物等に被害。	
1730年03月12日	対馬		負傷1人。石畳に被害。筑前若松・佐賀で有感。	
1791年11月06日	雲仙			
1791年12月05日	雲仙		死者2人	
1792年04月21日	雲仙		死者2人	
1792年05月21日	雲仙岳	6.4±0.2	4月1日(旧暦:新暦の5月21日)に大地震2回発生、前山(現眉山)で山体崩壊し、津波を生じた。津波による死者は全体で約1万5千人。	「島原大変」 当年1月(旧暦)に普賢岳噴火。その数カ月前より火山性の地震活動あり。前年の11月6日、12月5日、この年4月21日にも被害地震が発生している。 雲仙普賢岳の噴火活動に伴って発生した地震。
1828年05月26日	長崎	6.0	出島の周壁数カ所潰裂。石炭抗陥没。	雲仙断層群の近傍で発生した地震。
1831年11月14日	肥前	6.1	佐賀城に被害。全壊家屋あり。	佐賀平野北縁断層帯の近傍で発生した地震。
1841年11月10日	豊後鶴崎		倒壊家屋多数発生。	
1844年08月08日	肥後北部		久住山6-7箇所崩落。天草・玉名有感。	
1848年01月10日	筑後柳川	5.9	柳川で家屋倒壊あり。	佐賀平野北縁断層帯の近傍で発生した地震。
1848年01月25日	熊本		熊本城破損。萩で有感。	
1854年12月26日	臼杵東方(伊予西部)	7.3-7.5	伊予大洲・吉田で潰家あり。鶴崎で倒壊屋敷100戸。土佐でも強震。	被害は、2日前に発生した安政南海地震によるものと分離することが難しい(注12)。
1855年08月06日	豊後杵築		杵築城内で破損	
1855年12月10日	豊後立石		家屋倒壊多数発生	史料の日付など他の地震と混同している可能性がある。
1858年02月03日	熊本		熊本城石垣破損	

表2-2 九州地域の主な被害地震(M5.0以上)(2)(1885年以降)

発生時期	発生地域	地震規模	被害	備考
1889年07月28日	熊本	6.3	熊本市付近で被害大。死者20人、負傷者54人、住家全壊239棟。柳川付近でも家屋倒壊60棟余。	「熊本地震」 布田川一日奈久断層帯の宇土区間の近傍で発生した地震。 (別府-島原地溝帯で発生し、かつ起因が不明である地震。)
1891年10月16日	大分県東部	6.3	家屋等の亀裂、直入郡で山崩れ、石垣の潰れ、落橋など。広島付近まで有感。	震央の推定位置は佐賀関断層(12 km)の近傍、あるいは別府-万年山断層帯の別府湾-日出生断層帯の海域部付近とも考えられる。
1893年09月07日	鹿児島県南部(知覧)	5.3	知覧村付近の局所的地震。家屋破損1、土蔵破損10、石垣破損88、堤防破壊1など。	
1894年01月04日	鹿児島県南部(知覧)	6.3	山崩れ29、道路決壊11、橋梁決壊1など。	
1894年08月08日	阿蘇	6.3	阿蘇郡で家屋・土蔵の破損22、山崩れ18。	阿蘇山の外輪山南西側付近で、かつ布田川断層帯の布田川区間の近傍で発生した地震。
1895年08月27日	阿蘇	6.3	阿蘇郡山西村で家屋・土蔵破損400など。	1894年8月8日とほぼ同じ震央位置。 阿蘇山の外輪山南西側付近で、かつ布田川断層帯の布田川区間の近傍で発生した地震。
1898年08月10日	福岡県糸島半島	6.0		日向峠-小笠木峠断層帯の北西部延長方向で発生した地震。
1898年08月12日	福岡県糸島半島	5.8	負傷者3人。糸島郡で家屋全壊7棟。	12日の地震は10日の地震の余震。
1902年12月11日	甌島近海	5.3	燈台破損。	屋久島にやや近いところで発生した地震。
1907年03月10日	熊本県北部	5.4	鹿本郡植木・山鹿で煙突破壊や家屋破損等被害。	
1911年02月18日	宮崎県東部	5.6	宮崎市付近で煙突倒壊や破損	
1911年08月22日	阿蘇	5.7	阿蘇の長陽で石垣破損や山崩れ	
1913年06月29日	鹿児島県串木野南方	5.7		翌30日にM5.9の地震が発生。鹿児島で6月28日から7月3日まで地震が観測された。
1913年06月30日	鹿児島県西部(串木野)	5.9	負傷者1人、家屋倒壊1、山崩れなど。	
1914年01月12日	桜島	7.1	鹿児島市内で死者13人、負傷者96人、住家全壊39棟。鹿児島市近郊で死者22人、負傷者16人。鹿児島県北東部で酪農施設に被害。	鹿児島湾西縁断層帯の近傍で発生した地震。 桜島の正大噴火発生から約8時間後に生じた地震であることから、桜島の活動を起因として発生した火山性地震の可能性も考えられる。
1915年07月14日	えびの付近	5.0	県道の崩れ、道路亀裂、石垣破損など。	霧島山周辺(南西麓)で発生した地震。
1916年03月06日	大分県東部	6.1	忠魂碑、墓碑各1基倒れる。	別府-万年山断層帯の近傍で発生した地震。
1916年12月29日	熊本県南部	6.1	石垣崩壊、壁の亀裂、田の亀裂。	日奈久断層帯の近傍で発生した地震。
1922年12月08日	島原(千々石湾) (01時 50分)	6.9	島原半島南部等で被害。死者26人、負傷者39人、住家全壊195棟。	雲仙断層群の近傍で発生した地震。
	(11時 02分)	6.5		
1929年01月02日	福岡県南部	5.5	小国地方で家屋半壊1。崖崩れ等。	水縄断層帯南方の山中で発生した地震。
1929年08月08日	福岡県	5.1	糸島の雷山付近で破損	
1930年02月05日	福岡県西部	5.0	小規模な崖崩れ・地割れなど。	日向峠-小笠木峠断層帯の近傍で発生した地震。
1931年12月26日	天草地方	5.8	12月21日から12月31日にかけての群発地震。壁脱落50~60戸、堤防亀裂、石垣崩壊など。	12月21日にM5.5、翌22日M5.6の地震が発生している。
1937年01月27日	熊本付近	5.1	秋津で石橋崩壊。	布田川一日奈久断層帯の布田川区間の近傍で発生した地震。
1947年05月09日	大分県日田	5.5	日田から豊後中川まで玖珠川沿いに破損や崖崩れ。余震が多数発生。	
1961年03月16日	えびの付近	5.3	吉松町で道路の崖崩れ、地割れ、落石などの被害。	霧島山周辺(北麓)で発生した地震。
1966年11月12日	有明海	5.5	屋根瓦や壁の崩れなど破損	筑後川河口付近で発生した地震。
1968年02月21日	霧島山山麓	6.1	死者3人、負傷者42人、住家全壊368棟。	「えびの地震」 霧島山付近で前年の11月17日ころから始まった群発地震の中で発生した、霧島山北麓に震央がある地震。 被害には、余震である2月21日のM5.7、翌22日のM5.6、3月25日のM5.7およびM5.4の地震による被害も含む。
1972年09月06日	島原湾	5.2	熊本市北部で停電被害。	雲仙断層群の南東部(布津沖断層)付近で発生した地震。
1975年01月23日	阿蘇山北縁	6.1	一の宮町三野地区に被害集中。負傷者10人、住家全壊16棟。	前日の1月22日にM5.5の地震が発生している。
1975年04月21日	大分県中部	6.4	一部の地下水、温泉に変化。負傷者22人、住家全壊58棟。	別府-万年山断層帯の近傍で発生した地震。
1984年08月06日	雲仙岳付近	5.7	群発地震。小浜町で、家屋一部破損53棟、墓石の倒壊など。	普賢岳噴火前のマグマ上昇に伴う地震。
1994年02月13日	鹿児島県北西部	5.7	負傷者1人、住家一部破損4棟、崖崩れ2カ所など。	
1997年03月26日	鹿児島県薩摩地方	6.6	負傷者31人、住家全壊4棟など。	
1997年04月03日	鹿児島県薩摩地方	5.7	負傷5人	1997年3月26日鹿児島県薩摩地方の地震の余震。
1997年05月13日	鹿児島県薩摩地方	6.4	負傷者43人、住家全壊4棟など。	
2000年06月08日	熊本県南部	5.0	負傷者1人、寺の瓦200枚落下、住家一部被害5など。	日奈久断層帯の近傍で発生した地震。
2005年03月20日	福岡県北西沖	7.0		警固断層帯北西部の活動で発生した地震。
2005年04月20日	福岡県北西沖	5.8	死者1人、負傷者1,204人、住家全壊144棟。	2005年3月20日の福岡県西方沖の地震の最大余震。

2. 九州地域の活断層の特性

図1に示した九州地域の活断層のうち、「詳細な評価の対象とする活断層」について、北部、中部、南部の3つの区域ごとに将来発生しうるM6.8以上の地震の長期評価を行った(表3-表8、図15-図19)。ここで、「詳細な評価の対象とした活断層」(地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会, 2010)は、主として陸域に分布する地下を含めた長さが15 km程度以上の活断層である(図2に赤色で示した活断層)(注13)。沿岸海域の活断層については、断層の位置・形状や活動履歴等に関する情報が十分ではない場合があり、ここでは沿岸海域の活断層の一部のみを評価の対象とした。なお、図2に緑色で示した活断層は、地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会(2010)の「短い活断層」のうち、地下の長さが当該地域における地震発生層の厚さを越えると判断されたものであり、ここでは「簡便な評価の対象とする活断層」と呼び、地表での分布のみを示している(注13)。これら以外の活断層については、今回の評価の対象としていない(図20)。

活断層で発生する地震の規模の評価は、1回の地震に対応して活動しうる断層の長さに基づく。この長さの評価の考え方、断層帯、評価単位区間の用語の定義を付録2に示す。ここで「評価単位区間」の長さについては、(M6.8以上の固有地震(注3)を発生する可能性がある)地下を含め全長が15 kmを目安とし、それより長いものを評価対象とした(注14)(地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会, 2010)。

個々の活断層で、今後30年間に地震が発生する確率は、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2001)に従い、平均活動間隔と最新活動時期が判明している場合には、活断層で発生する固有規模の地震(固有地震)の活動間隔のばらつきのパラメータ $\alpha=0.24$ とし、BPT(Brownian Passage Time)分布を適用し、最新活動時期が判明していない場合は、平均活動間隔をもとにポアソン過程により計算した。また、本評価では、地表地質調査では活動の痕跡が認めにくい地震が、対象となる評価単位区間で得られている平均活動間隔の2倍の間隔で発生しているとみなし、ポアソン過程によりその地震発生確率を算出した。

2-1. 九州北部

(1) 活断層の特性

九州北部において、M6.8以上の規模の地震を発生させる可能性のある活断層のうち、詳細な評価の対象としたものは、表3に特性を示した6活断層である(図15)。西山断層帯、警固断層帯、日向峠-小笠木峠断層帯は、北西-南東走向で傾斜がほぼ垂直に近く、左横ずれを主体とする断層である。また、宇美断層と福智山断層帯は北西-南東走向で左横ずれ成分を主体とする断層であるが、ともに西に傾斜しており断層の西側が相対的に隆起する逆断層成分を伴う。小倉東断層は、北北東-南南西走向で右横ずれ成分を主体とする断層であるが、断層面は西に傾斜しており、断層の西側が相対的に隆起する逆断層成分を伴う(図15)。

九州北部の活断層の平均的な変位(ずれの)速度(注15)については、小倉東断層、福智山断層帯、宇美断層、警固断層帯南東区間において、上下成分として概ね0.02-0.1 m/千年程度が見積もられている(表3)。ただし、九州北部の活断層において平均変位速度が報告されているのは、いずれも上下成分のみであり(付録2)、横ずれ成分が明らかにされているものはない。

九州北部の活断層のうち、古地震調査から複数回の活動が認められている断層は、警固断層帯南東部のみである(図19)。警固断層帯南東部の平均活動間隔は約3千1百-5千5百年、最新活動時期は約4千3百年前以後、約3千4百年前以前の可能性がある。これに対して、1回のずれの量とずれの基準となる地形面の形成年代に基づき間接的に推定された福智山断層帯と宇美断層の平均活動間隔は、それぞれ約9千4百-3万2千年、約2万-3万年の可能性があり、警固断層帯南東部に比べて長い(表3)。

(2) 想定される地震とその規模

九州北部の活断層の評価単位区間の地下を含めた長さは、最も短い小倉東断層と宇美断層がいずれも約23 km、最も長い西山断層帯の西山区間が約43 kmである(表3)。これらの活断層が活動した場合、経験式(1)から発生する地震の規模は、宇美断層においてM7.1程度、西山断層帯の西山区間においてM7.6程度である可能性がある(表4、図15)。これらの断層が活動する際には、経験式(2)から表3に示すようなずれを生じる可能性がある。経験式(1)及び(2)は、それぞれ松田(1975)及び松田ほか(1980)による次の式である。

$$\log L = 0.6 M - 2.9 \quad (1)$$

$$D = 10^{-L} \quad (2)$$

ここでLは1回の地震で活動する断層の長さ(km)、Mはその時のマグニチュード、Dは1回のずれ量(m)である。

警固断層帯と西山断層帯については、断層帯全体が同時に活動する可能性も否定できない(図15)。警固断層帯の断層帯全体の長さは55 km程度、西山断層の断層帯全体の長さは最長で110 km程度である。経験式(1)に基づく、警固断層帯の場合にM7.7程度、西山断層帯の場合にM8.2程度の地震が発生する可能性がある。

一方、長さが断層面の幅の4倍を超える長大な活断層で発生する地震の場合、複数の断層が連動して地震を発生させると考えるカスケードモデルが適切である可能性もある(Manighetti *et al.*, 2007)。この場合、経験式(1)と地震のモーメント量とマグニチュードの関係式(3)に基づく、西山断層の場合にM7.9程度の地震が発生する可能性がある。関係式(3)は、武村(1990)による次の式である。

$$\log M_0 = 1.17 M + 10.72 \quad (3)$$

ここで M_0 は地震モーメント(Nm)、Mはマグニチュードである。

以上から、断層帯全体が同時に活動する場合、警固断層帯では7.7程度、西山断層帯ではM7.9-8.2程度の地震が発生する可能性がある(表4、図15)。

(3) 将来の活動の可能性

九州北部の活断層の将来の活動の可能性を表4に示す。なお、小倉東断層、西山断層帯の全区間、警固断層帯北西部及び日向峠-小笠木峠断層帯については、平均活動間隔などが不明であり(表3)、地震発生確率を直接算出することができない(表9)。これらの断層については、仮定値を与えて推定した平均活動間隔に基づき確率を評価した(付録4-1)。

福智山断層帯、西山断層帯大島沖区間、警固断層帯の南東部の今後30年以内に発生する地震の確率は、それぞれ、ほぼ0-3%、3%以下、0.3-6%となる(表4)。得られた値は誤差を伴うものの、その最大値をとると、これらの断層は今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになる(注16)。なお、警固断層帯の北西区間は最新活動が2005年の福岡県西方沖の地震であったことを考慮すると、この区間でごく近い将来に想定されるM7.0程度の地震が発生する可能性は低いと考えられる。

警固断層帯の全体が同時に活動する可能性は、北西部の平均活動間隔と比べ最新活動時期(2005年福岡県西方沖の地震)からの経過期間が短いことから、現時点でごく近い将来にこのような地震の発生する可能性は低いと考えられる。一方、今後30年以内に西山断層帯の全体が同時に活動する確率は不明である。

九州北部の詳細な評価の対象とする各活断層の評価単位区間で発生しうる、地表で痕跡を認めにくい地震(注17)が今後30年以内に発生する確率を表4に示した。

なお、九州北部には簡便な評価を行った活断層として、糸島半島北西の沿岸海域に分布する糸島半島沖断層群が知られており(図2)、この断層の活動により被害が生じる可能性がある。

表3 九州北部の活断層の特性

活断層のくくり (付録2-1)	評価単位区間 (付録2-1)	位置・形状						過去の活動			
		断層長	ずれの向きと種類		断層面の傾斜 (向きまたは角度)	断層面の幅	地震発生層 下限の深さD90	平均変位速度	1回のずれ量 (最大値)	最新活動時期	平均活動間隔
			断層の走向	断層の型							
小倉東断層	小倉東断層	約13 km (地表の長さ) 23 km程度 (地下を含めた長さ)	N14° E (地表) N6° E (全体)	右横ずれ主体 西側隆起の逆断層 成分を伴う	西傾斜 70° 以上 (地表付近)	15-16 km程度	約15 km	0.03-0.1 m/千年程 度もしくはそれ以下 (上下)	2m程度	約4,600年前以後、 約2,400年前以前	不明
福智山断層帯	福智山断層帯	約28 km	N15° W	左横ずれ主体 西側隆起の逆断層 成分を伴う	高角度西傾斜 60-90° (地表付近)	14-16 km程度	約14 km	0.02-0.03 m/千年程 度 (上下)	3m程度 (全体) 約0.2-0.7 m(上 下)	約28,000年前以後、 約13,000年前以前	約9,400-32,000年
西山断層帯	大島沖区間	約38 km	N38° W	左横ずれ主体	ほぼ垂直 (地表付近)	不明	不明	不明	4m程度 (左横ずれ)	約20,000年前以後	不明
	西山区間	約43 km	N35° W	左横ずれ主体	ほぼ垂直 (地表付近)	13-15 km程度	13-15 km程度	不明	4m程度 (左横ずれ)	約13,000年前以後、 概ね2,000年前以前	不明
	嘉麻峠区間	約29 km ^(※1)	N44° W (嘉麻峠-小 石原断層) N38° E (杷木断層)	左横ずれ主体 (嘉麻峠-小石原 断層) 右横ずれ主体 (杷木断層)	75° 南西傾斜 (嘉麻峠-小石原断 層) 75° 南東傾斜 (杷木断層)	9-13 km程度	9-13 km程度	不明	3m程度	不明	不明
宇美断層	宇美断層	約13 km (地表の長さ) 23 km程度 (地下を含めた長さ)	N26° W (地表) N33° W (全体)	左横ずれ主体 西側隆起の逆断層 成分を伴う	西傾斜 55-70° (地表付近)	約14-16 km	約13 km	0.02-0.03 m/千年程 度 (上下)	2m程度 (全体) 約0.6 m (上下)	約4,500年前以後	約20,000-30,000年
警固断層帯 ^(※2)	北西部	25 km程度	N60° W	左横ずれ	高角度 (ほぼ垂直)	15 km程度	15 km程度	不明	2m程度 (左横ずれ)	2005年福岡県西方 沖の地震	不明
	南東部	約27 km	N50° W	左横ずれ主体 (南西側隆起 成分を伴う)	高角度南西傾斜 (地表付近)	15 km程度	15 km程度	0.02 m/千年 (上下)	2m程度 (左横ずれ)	約4,300年前以後、 約3,400年前以前	約3,100-5,500年
日向峠-小笠木峠 断層帯	日向峠-小笠木峠 断層帯	約28 km	N55° W	左横ずれ主体 (一部南西側隆起 成分を伴う)	高角度 (地表付近)	10-15 km程度	10-15 km程度	不明 (C級程度以上)	3m程度	不明	不明

※1 西山断層帯の嘉麻峠区間は、長さ約29 kmの嘉麻峠-小石原断層と約7 kmの杷木断層からなる。ここでは、北西-南東走向の嘉麻峠-小石原断層の長さを嘉麻峠区間の断層長とした。

※2 警固断層帯の特性は、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2007)に基づく。

表4 九州北部の活断層の将来の活動の可能性

活断層のくくり (付録2-1)	評価単位区間 (付録2-1)	評価単位区間が単独で活動する場合				複数区間が同時に活動する場合	
		地震の規模 (マグニチュード)	地震後経過率	30年以内における 固有規模の地震 発生確率(%)	30年以内における 地表で痕跡を認め にくい地震の発生 確率(%)	地震の規模	地震発生確率(%) (30年以内)
小倉東断層	小倉東断層	7.1程度	不明	ほぼ0-0.4	0.2	—	—
福智山断層帯	福智山断層帯	7.2程度	0.4以上	ほぼ0-3	0.05-0.2	—	—
西山断層帯	大島沖区間	7.5程度	不明	3以下	0.2	7.9-8.2程度 (西山断層帯全体が 同時に活動)	不明
	西山区間	7.6程度	不明	ほぼ0-2	0.2		
	嘉麻峠区間	7.3程度	不明	0.5	0.2		
宇美断層	宇美断層	7.1程度	0.2以下	ほぼ0	0.05-0.07	—	—
警固断層帯	北西部	7.0程度	ほぼ0	ほぼ0	0.3-0.5	7.7程度 (警固断層帯全体が 同時に活動)	ほぼ0
	南東部	7.2程度	0.6-1.4	0.3-6	0.3-0.5		
日向峠-小笠木峠 断層帯	日向峠-小笠木峠 断層帯	7.2程度	不明	0.1	0.05	—	—

2-2. 九州中部

(1) 活断層の特性

九州中部において、M6.8以上の規模の地震を発生させる可能性のある活断層のうち詳細な評価の対象とする活断層は、表5に特性を示した5断層である(図16)。水縄断層帯、佐賀平野北縁断層帯、別府一万年山断層帯及び雲仙断層群は、東西走向で北もしくは南に傾斜した正断層である。これらの東西走向の正断層は、並走する複数の断層が密に分布して階段状に陥没し、九重山、阿蘇山、雲仙岳などの火山の分布とともに、別府一島原地溝を特徴付けている。一方、九州中部の南西端付近に位置する布田川断層帯は、東北東-西南西走向で高角の右横ずれを主体とした断層である。

九州中部の活断層の平均変位速度は、上下成分についてみると、0.1-0.2 m/千年から3 m/千年もしくはそれ以上と幅広い値を示す。例えば別府一万年山断層帯に属する別府湾一日出生(ひじょう)断層帯(東部)と大分平野一由布院断層帯(東部)では、それぞれ3 m/千年もしくはそれ以上、2-4 m/千年程度、雲仙断層群南西部の北部では1 m/千年程度とA級の活動度とされている(表5)。一方、九州中部の北端付近に分布する水縄断層帯、佐賀平野北縁断層帯は、それぞれ0.2 m/千年程度、0.2-0.5 m/千年の可能性はある。以上のことから、九州中部の正断層は、別府湾一日出生断層帯、大分平野一由布院断層帯や雲仙断層群南西部の北部のように区域の中軸部では活動度が高く、水縄断層帯や佐賀平野北縁断層帯が位置する九州中部の北端では活動度が低い可能性がある。九州中部の南西端に分布する布田川断層帯の平均変位速度の上下成分は、宇土区間において0.2-0.5 m/千年程度もしくはそれ以上の可能性がある(表5)。ただし、この断層帯は右横ずれ成分を含む可能性があり、平均変位速度の実際のすべり成分(付録2)はこれより大きくなるため、活動度は比較的高い可能性がある。

九州中部の活断層の平均活動間隔は、九州北部や九州南部の活断層に比べて短いことで特徴付けられる(表5、図19)。特に、別府一万年山断層帯の別府湾一日出生断層帯東部と大分平野一由布院断層帯西部の平均活動間隔は、それぞれ約1千3百-1千7百年、約7百-1千7百年の可能性はある(表5)。

(2) 想定される地震とその規模

九州中部の活断層の評価単位区間の長さは、最も短い別府一万年山断層帯の大分平野一由布院断層帯西部が約14 km、最も長い別府一万年山断層帯の別府湾一日出生断層帯東部が約43 kmである(表5)。これらの活断層が活動した場合、経験式(1)から発生する地震の規模は、別府一万年山断層帯の大分平野一由布院断層帯西部の場合にM6.7程度、別府一万年山断層帯の別府湾一日出生断層帯東部の場合にM7.6程度である可能性がある(表6、図16)。これらの活断層が活動する際には、表5に示すようなずれが生じる可能性がある。なお、別府一万年山断層帯の大分平野一由布院断層帯西部の地震規模は、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005)ではM6.7程度と評価されているが、ここではM6.8程度とみなして、九州中部及び九州全域における地震発生確率の評価において考慮する断層(評価単位区間)に含めている。

別府一万年山断層帯、雲仙断層群及び布田川断層帯については、複数の評価単位区間が同時に活動する可能性は否定できない(表6、図16)。布田川断層帯の場合には、布田川断層帯全体が同時に活動する可能性があるだけでなく、同断層帯の布田川区間と日奈久断層帯全体の広い領域が同時に活動する可能性も考えられる。

別府一万年山断層帯の別府湾一日出生断層帯全体が同時に活動する場合には、M8.0程度の地震が発生する可能性が、また別府一万年山断層帯の大分平野一由布院断層帯全体が同時に活動する場合には、M7.5程度の地震が発生する可能性がある(地震調査研究推進本部地震調査委員会、2005)。

雲仙断層群の場合には、雲仙断層群南西部全体が同時に活動する可能性が考えられる(図16)。断層帯の全体の長さが約38 kmであることから、経験式(1)に基づくM7.5程度の

地震が発生する可能性がある。

布田川断層帯全体が同時に活動する場合には、全体の長さが約64 kmであることから、経験式(1)に基づくM7.8程度以上の地震が発生する可能性がある。布田川断層帯の布田川区間と九州南部の日奈久断層帯全体の広い領域が同時に活動する場合には、全体の長さは100 km程度に及ぶ。経験式(1)に基づくM8.2程度の地震が発生する可能性がある。一方、カスケードモデルを適用した場合、経験式(1)と(3)に基づく、布田川断層帯全体が同時に活動する場合にはM7.5程度以上、布田川断層帯の布田川区間と日奈久断層帯全体の広い範囲が同時に活動する場合にはM7.8程度の地震が発生する可能性がある。

以上から、別府一万年山断層帯の別府湾一日出生断層帯全体が同時に活動する場合、M8.0程度、また別府一万年山断層帯の大分平野一由布院断層帯全体が同時に活動する場合、M7.5程度の地震が発生する可能性がある。雲仙断層群の雲仙断層群南西部全体が同時に活動する場合、M7.5程度の地震が発生する可能性がある。布田川断層帯全体が同時に活動する場合、M7.5-7.8程度以上、布田川断層帯の布田川区間から日奈久断層帯全体の広い範囲が同時に活動する場合、M7.8-8.2程度の地震が発生する可能性がある(表6、図16)。

(3) 将来の活動の可能性

九州中部の活断層のうち、水縄断層帯、別府一万年山断層帯の全区間(断層帯)、雲仙断層群の南西部北部、南西部南部、布田川断層帯の布田川区間では、古地震調査により平均活動間隔と最新活動時期が報告されている(表5)。佐賀平野北縁断層帯では、1回のずれ量と平均変位速度から平均活動間隔が推定されている。雲仙断層群の北部及び南東部や布田川断層帯の宇土区間及び宇土半島北岸区間については、平均活動間隔などが不明であり(表5)、地震発生確率を直接求めることができない(表9)。これらの断層については、仮定値を与えて推定した平均活動間隔に基づき確率を評価した(付録4-1)。

九州中部の各評価単位区間が今後30年以内に地震を発生させる確率を表6に示す。

別府一万年山断層帯については、大分一由布院断層帯東部、同断層帯西部、野稻岳一万年山断層帯において今後30年以内に発生する地震の確率は、それぞれ0.03-4%、2-4%、ほぼ0-3%と算出される。また雲仙断層群については、北部、南西部、南西部北部において、それぞれ11%以下、3%、ほぼ0-4%となる。得られた値には幅があるが、最大値をとると、これらの活断層は、今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになる(注16)。

また、佐賀平野北縁断層帯、雲仙断層群の南西部南部、布田川断層帯の布田川区間、宇土区間、宇土半島北岸区間の今後30年以内に発生する地震の確率は、それぞれ0.2-0.5%、0.5-1%、ほぼ0-0.9%、0.7%、0.5%となる。得られた値は誤差を伴うものの、これらの最大値をとると、我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになる。

九州中部の各活断層(各評価単位区間)で発生しうる、地表で痕跡を認めにくい地震(注17)の発生確率を表6に示した。

なお、九州中部には簡便な評価を行った活断層として、佐賀関半島北部に位置する佐賀関断層や諫早北西に位置する多良岳南西麓断層帯が知られており(図2)、この活動により被害が生じる可能性がある。

表5 九州中部の活断層の特性

活断層のくくり (付録2-1)	評価単区間 (付録2-1)	位置・形状						過去の活動			
		断層長	ずれの向きと種類		断層面の傾斜 (向きまたは角度)	断層面の幅	地震発生層 下限の深さD90	平均変位速度	1回のずれ量 (最大値)	最新活動時期	平均活動間隔
			断層の走向	断層の型							
水縄断層帯(※)	水縄断層帯	約26 km	EW	南側隆起の正断層	高角度北傾斜 (地下約700m以浅)	15 km程度	15 km程度	0.2 m/千年 (上下)	2m程度 (上下)	679年(天武7年)筑紫地震	14,000年程度
佐賀平野北縁断層帯	佐賀平野北縁断層帯	約22 km (地表の長さ) 38 km程度 (地下を含めた長さ)	N89° W (地表) N79° E (全体)	北側隆起の正断層 (横ずれ成分不明)	南傾斜 (60-80°程度) (地表付近)	13-17 km程度	13-15 km程度	0.2-0.5 m/千年程度 (上下)	4m程度	不明	6,600-19,000年程度
別府-万年山断層帯(※)	別府湾-日出生断層帯(東部)	約43 km	N85° E	北側隆起の正断層	高角度南傾斜 (深さ2km以浅)	15 km程度	15 km程度	3m/千年程度もしくはそれ以上 (上下)	4m程度 (上下)	1596年(慶長元年)慶長豊後地震	約1,300-1,700年
	別府湾-日出生断層帯(西部)	約32 km	EW	北側隆起の正断層	高角度南傾斜 (地表付近)	不明	不明	0.1-0.2 m/千年 (上下)	2-3m程度 (上下)	約7,300年前以後、 6世紀以前	13,000-25,000年程度
	大分平野-由布院断層帯(東部)	約27 km	N80° W	南側隆起の正断層	高角度北傾斜 (深さ1km以浅)	15 km程度	15 km程度	2-4m/千年 (上下)	2-5m程度 (上下)	約2,200年前以後、 6世紀以前	約2,300-3,000年
	大分平野-由布院断層帯(西部)	約14 km	N80° E	南側隆起の正断層	高角度北傾斜 (地表付近)	不明	不明	不明	1-2m程度 (上下)	約2,000年前以後、 18世紀初頭以前、 (この間に2回)	約700-1,700年
	野稲岳-万年山断層帯	約30 km	EW	北側隆起の正断層	高角度南傾斜 (地表付近)	不明	9-12 km程度	0.6 m/千年 (上下)	2-3m程度 (上下)	約3,900年前以後、 6世紀以前	4,000年程度
	崩平山-亀石山断層帯	約34 km	EW	南側隆起の正断層	高角度北傾斜 (地表付近)	不明	10 km程度	0.1-0.4 m/千年 (上下)	3m程度 (上下)	13世紀以後	約4,300-7,300年
雲仙断層群(※)	雲仙断層群北部	30 km程度以上	EW	北側隆起の正断層	高角度南傾斜 (約200m以浅)	不明	15 km程度	不明	2-3m程度以上 (上下)	約5,000年前以後	不明
	雲仙断層群南東部	23 km程度	N80° W	南側隆起の正断層	高角度北傾斜 (地表・海底付近)	不明	15 km程度	不明	2m程度 (上下)	約7,300年前以後	不明
	雲仙断層群南西部北部	30 km程度	EW	南側隆起の正断層	高角度北傾斜 (地表・海底付近)	不明	15 km程度	1 m/千年程度 (上下)	3-4m程度 (上下)	約2,400年前以後、 11世紀以前	約2,500-4,700年
	雲仙断層群南西部南部	23 km程度	N80° E	北側隆起の正断層 (東端の一部は南側隆起の正断層を示すものもある)	高角度南傾斜 (海底付近)	不明	15 km程度	0.3 m/千年以上 (上下)	2m程度 (上下)	約4,500年前以後、 16世紀以前 (この間に1回あるいは2回活動があった可能性)	約2,100-6,500年
布田川断層帯	布田川区間	約19 km	N55° E	南東側隆起の 右横ずれ断層 (正断層成分伴う) (一部小規模な地溝帯形成)	高角度(地表付近) 北西傾斜	11-17 km程度	10-13 km程度	0.2 m/千年程度 (右横ずれ) 0.1-0.3 m/千年程度 (上下)	2m程度	約6,900年前以後、 約2,200年前以前	8,100-26,000年程度
	宇土区間	約20 km	N62° E	南東側隆起の正断層 (横ずれ成分不明)	高角度(地表付近) 北西傾斜	14-17 km程度	13 km程度	0.2-0.5 m/千年 もしくはそれ以上(上下)	2m程度	不明	不明
	宇土半島北岸区間	約27 km以上	N61° E	南東側隆起の正断層 (横ずれ成分不明)	高角度(地表付近) 北西傾斜	14-17 km程度	13 km程度	不明	3m程度以上	不明	不明

※水縄断層帯、別府-万年山断層帯及び雲仙断層群の特性は、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004b, 2005, 2006b)に基づく。

表6 九州中部の活断層の将来の活動の可能性

活断層のくくり (付録2-1)	評価単位区間 (付録2-1)	評価単位区間が単独で活動する場合				複数区間が同時に活動する場合	
		地震の規模 (マグニチュード)	地震後経過率	30年以内における固有規模の 地震発生確率(%)	30年以内における地表で痕跡 を認めにくい地震の発生確率 (%)	地震の規模 (マグニチュード)	地震発生確率(%) (30年以内)
水縄断層帯	水縄断層帯	7.2程度	0.09	ほぼ0	0.1	—	—
佐賀平野北縁断層帯	佐賀平野北縁断層帯	7.5程度	不明	0.2-0.5	0.08-0.2	—	—
別府-万年山断層帯	別府湾-日出生断層帯 (東部)	7.6程度	0.2-0.3	ほぼ0	0.9-1	8.0程度	不明
	別府湾-日出生断層帯 (西部)	7.3程度	0.06-0.6	ほぼ0-0.05	0.06-0.1		
	大分平野-由布院断層 帯(東部)	7.2程度	0.5-1.0	0.03-4	0.5-0.7	7.5程度	不明
	大分平野-由布院断層 帯(西部)	6.7程度	—	2-4	0.9-2		
	野稲岳-万年山断層帯	7.3程度	0.4-1.0	ほぼ0-3	0.4	—	—
	崩平山-亀石山断層帯	7.4程度	0.2以下	ほぼ0	0.2-0.3	—	—
雲仙断層群	雲仙断層群北部	7.3程度以上	不明	11以下	0.7以下	—	—
	雲仙断層群南東部	7.1程度	不明	3	1.5	—	—
	雲仙断層群南西部北部	7.3程度	0.2-1.0	ほぼ0-4	0.3-0.6	7.5程度 (雲仙断層群南西部北部と南部 が同時に活動する場合)	不明
	雲仙断層群南西部南部	7.1程度	不明	0.5-1	0.2-0.7		
布田川断層帯	布田川区間	7.0程度	0.08-0.9	ほぼ0-0.9	0.06-0.2	7.5-7.8程度以上 (布田川断層帯全体が同時に 活動する場合) 7.8-8.2程度 (布田川断層帯布田川区間と 日奈久断層帯全体が同時 に活動する場合)	不明
	宇土区間	7.0程度	不明	0.7	0.4		
	宇土半島北岸区間	7.2程度以上	不明	0.5	0.2		

2-3. 九州南部

(1) 活断層の特性

九州南部において、M6.8以上の規模の地震を発生させる可能性のある活断層のうち詳細な評価の対象とするものの特性を表7に示す。九州南部の陸域及び沿岸海域で確認できる活断層のうち、詳細な評価の対象とするものは6断層であり、そのうち甑断層帯及び市来断層帯の一部は沿岸海域に位置している(図17)。九州南部に分布する活断層は、概ね東北東-西南西から北東-南西走向の正断層で、右横ずれ成分を伴っているものが多い。

九州南部の活断層の平均変位速度は、日奈久断層帯の高野-白旗区間、日奈久区間、緑川断層帯、人吉盆地南縁断層、出水断層帯及び甑断層帯の甑区間において見積もられている。日奈久断層帯の日奈久区間では、平均変位速度の右横ずれ成分は0.7 m/千年の可能性があり、上下成分は0.2-0.5 m/千年程度と推定され、平均変位速度の実際のすべり成分(付録2)はより大きな値を示し、活動度がA級に達する可能性がある。日奈久断層帯の高野-白旗区間と緑川断層帯の平均変位速度の上下成分は、それぞれ0.04-0.2 m/千年、0.05-0.1 m/千年の可能性があり、出水断層帯、人吉盆地南縁断層の平均変位速度の上下成分は、それぞれ0.1-0.2 m/千年程度、約0.1-0.2 m/千年の可能性があり、甑断層帯甑区間の平均変位速度の上下成分は、0.3-1 m/千年程度の可能性があり、日奈久断層帯、緑川断層帯、出水断層帯、人吉盆地南縁断層に比べて大きな値を示す。ただし、甑断層帯甑区間の変位速度は、音波探査記録の解釈に基づいたものであり、その見積もりは精度が低いことに注意が必要である。

(2) 想定される地震とその規模

九州南部の活断層の評価単位区間の長さ地震の規模は、最も短い日奈久断層帯の高野-白幡区間で約16 km、最も長い日奈久断層帯日奈久区間で約40 kmである(表7)。これらの活断層が活動した場合、経験式(1)から発生する地震の規模は、日奈久断層帯高野-白幡区間の場合にはM6.8程度、日奈久断層帯日奈久区間の場合にM7.5程度の可能性がある(表8、図17)。これらの活断層が活動した際には、表7に示すようなずれが生じる可能性がある。

日奈久断層帯は、複数の評価単位区間が同時に活動する可能性がある(表8、図17)。また、評価単位区間の連続性に基づくと、日奈久断層帯全体と九州中部に属する布田川断層帯布田川区間が同時に活動する可能性も否定できない。日奈久断層帯全体が同時に活動する場合には、全体の長さが約81 km程度であることから、経験式(1)に基づくとM8.0程度の地震が発生する可能性がある。日奈久断層帯の全体と布田川断層帯布田川区間に至る領域が同時に活動する場合には、全体の長さは約100 km程度に及ぶ。経験式(1)に基づくと、M8.2程度の地震が発生する可能性がある。一方カスケードモデルを適用した場合には、経験式(1)と関係式(3)に基づくと、日奈久断層帯全体が同時に活動する場合にはM7.7程度、日奈久断層帯全体から布田川断層帯の布田川区間に至る広い範囲が同時に活動する場合にはM7.8程度の地震が発生する可能性がある。

以上から、日奈久断層帯全体が同時に活動する場合、M7.7-8.0程度、また日奈久断層帯全体から布田川断層帯布田川区間の広い範囲が同時に活動する場合、M7.8-8.2程度の地震が発生する可能性がある。

鹿児島地溝では、1914年に桜島の地震(M7.1)が発生するなど、過去にM7程度の被害地震が発生している(図1、図2)。鹿児島地溝に沿っては、鹿児島湾東縁断層帯及び西縁断層帯が分布するが、同地震に伴う地表変位は報告されていない。

(3) 将来の活動の可能性

九州南部に分布する活断層のうち、日奈久断層帯の日奈久区間、八代海区間、人吉盆地南縁断層、出水断層帯では古地震調査から平均活動間隔と最新活動時期が報告されている(表7)。緑川断層帯と甑断層帯の甑区間では、1回のずれ量と平均変位速度から平均活

動時期が推定されている。日奈久断層帯の高野－白旗区間では、最新活動時期が解明されているが、平均活動間隔は不明である。甕断層帯の上甕島北東沖区間、市来断層帯の全区間は、平均活動間隔と最新活動時期ともに不明である。平均活動間隔などが不明な日奈久断層帯の高野－白旗区間、甕断層帯の上甕島北東沖区間、市来断層帯の全区間では、地震発生確率を直接求めることができない（表9）。これらの断層については、仮定値を与えて推定した平均活動間隔に基づき確率を評価した（付録4－1）。また、鹿児島地溝における将来の地震の活動性について評価を行うことができない。

九州南部の各評価単位区間が今後30年以内に地震を発生させる確率を表8に示す。

日奈久断層帯の確率は、日奈久区間ではほぼ0－6%、八代海区間ではほぼ0－16%となる。得られた値には幅があるが、最大値をとると、これらの活断層は、今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになる（注16）。

人吉盆地南縁断層、出水断層帯、甕断層帯の甕区間の今後30年以内に発生する地震の確率は、それぞれ1%以下、ほぼ0－1%、0.3－1.2%となる（表8）。得られた値は誤差を伴うものの、その最大値をとると、これらの活断層は、今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになる。

九州南部の各活断層で発生しうる地表で痕跡を認めにくい地震（注17）の発生確率を表8に示した。

九州南部には簡便な評価を行った活断層として、九州山地内に分布する福良木断層、鶴木場断層帯及び国見岳断層帯、阿蘇山南麓に分布する阿蘇外輪南麓断層群、水俣平野南東に位置する水俣断層帯、鹿児島地溝に沿う鹿児島湾東縁断層帯、鹿児島湾西縁断層帯及び池田湖西断層帯などの活断層が知られており（図2）、これらの活動により被害が生じる可能性がある。

2－4. 九州全域

表3、表5及び表7にまとめた九州地域に分布する詳細な評価の対象とした活断層の特性に基づく、矩形断層モデルを図18に示す。また、詳細な評価の対象とした活断層の1万5千年前以降における活動履歴の時空間分布を図19に示す。活動履歴が報告されている活断層（評価対象区間）については、福智山断層帯をのぞく全てが、K-Ahテフラ（鬼界アカホヤ火山灰、町田・新井、2003）が降灰した約7千3百年前以後に活動している。ただし、それらの活動履歴には以下のように地域の特徴が認められる。

九州北部や九州南部では、日奈久断層帯の八代海区間をのぞき、約7千3百年前以後に複数回の活動が認められている活断層は報告されていない。これに対して、九州中部地域の活断層は、九州北部や九州南部の活断層に比べて明らかに活動の頻度が高い。別府－万年山断層帯及び雲仙断層群では、約7千3百年前以後に複数回の断層活動が認められている。水縄断層帯についても、約7千3百年前以後に複数回の断層活動があった可能性がある。そのうち、別府－万年山断層帯の別府湾－日出生断層帯東部では、約7千3百年前以後5回の断層活動が認められている（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2005）。その平均活動間隔は、約1千3百－1千7百年の可能性があり（表5）、我が国の内陸活断層のうち、最も活動的な断層の一つである。なお、水縄断層帯と別府－万年山断層帯の別府湾－日出生区間西部をのぞく九州中部の活断層においては、約7千3百年前以前の断層活動が認められていない。ただし、これはこの時期に断層活動がなかったことを示しているわけではなく、それ以前の年代の地層の分布が乏しく、活動履歴が明らかにされていないことを示している。

各区域で活動時期をみた場合、活断層やその評価単位区間で活動時期が重なるものがあり、過去に区域内の（あるいは区域を越えて）隣接する活断層や評価単位区間が同時に活動した可能性や、短期間に活動が集中した可能性がある。ただし、断層活動時期の年代範囲が広いものが多く、また活動履歴調査が実施されていない評価単位区間も多い。そのた

め、現段階では断層間の相互作用について言及することはできない。

表7 九州南部の活断層の特性

活断層のくくり (付録2-1)	評価単位区間 (付録2-1)	位置・形状						過去の活動			
		断層長	ずれの向きと種類		断層面の傾斜 (向きまたは角度)	断層面の幅	地震発生層 下限の深さD90	平均変位速度	1回のずれ量 (最大値)	最新活動時期	平均活動間隔
			断層の走向	断層の型							
日奈久断層帯	高野-白旗区間	約16 km	N23° E	右横ずれ断層 南東側隆起を伴う	高角度	13 km程度	13 km程度	0.04-0.2m/千年程度 (上下)	2m程度	約1,600年前以後、 約1,200年前以前	不明
	日奈久区間	約40 km	N39° E	右横ずれ断層 南東側隆起を伴う	高角度 北西傾斜	11-18 km程度	11-14 km程度	0.7m/千年程度 (右横ずれ) 0.2-0.5m/千年程度 (上下)	3m程度の上下方 向のずれとそれ以 上の右横ずれ	約8,400年前以後、 約2,000年前以前	3,600-11,000年程度
	八代海区間	約30 km	N47° E	右横ずれ断層 南東側隆起を伴う (小規模な地溝帯を形成)	高角度	11-12 km程度	11-12 km程度	不明	3m程度	約1,700年前以後、 約900年前以前 (744(天平16年)肥後の 地震の可能性)	1,100-6,400年程度
緑川断層帯	緑川断層帯	約34 km	N71° E	南側隆起の正断層 (右横ずれ成分を伴う)	70-90° 北傾斜	13-14 km程度	13 km程度	0.05-0.1m/千年程度 (上下)	3m程度	不明	34,000-68,000年程度
人吉盆地南縁断層 (※)	人吉盆地南縁断層	約22 km	N60° E	南東側隆起の正断層	高角度 北西傾斜	不明	15 km程度	約0.1-0.2m/千年 (上下)	2m程度 (上下)	約7,300年前以後、 約3,200年前以前	約8,000年以上
出水断層帯 ^(※)	出水断層帯	約20 km	N50° E	南東側隆起の正断層 (右横ずれ成分を伴う)	約40-50° 北西傾斜 (深さ100 m以浅)	不明	15 km程度	0.1-0.2m/千年程度 (上下)	1-2m程度 (上下)	約7,300年前以後、 約2,400年前以前	概ね8,000年
甌断層帯	上甌島北東沖区間	約17 km	N31° E	右横ずれ主体	60-90° 程度	12-15 km程度	12-13 km程度	不明	2m程度	不明	不明
	甌区間	約39 km	N84° W (北東部) N51° E (南西部) N62° E (全体)	北側隆起の正断層 左横ずれを伴う (北東部) 北西側隆起の正断層 (南西部)	高角度 (北東部) 40-60° 南東傾斜 (南西部)	12 km程度 (北東部) 14-22 km程度 (南西部)	12-14 km程度	0.3-1m/千年程度 (上下)	4m程度	不明	2,400-11,000年程度
市来断層帯	市区間	約17 km (地表の長さ) 25 km程度 (地下を含めた長さ)	N86° E (地表) EW (全体)	北側隆起の 正断層 (右横ずれ成分伴う)	40-60° 南傾斜 (地表付近) 高角度 (地下深部)	13 km程度	約13 km	不明	3m程度	不明	不明
	甌海峡中央区間	38 km程度	N32° E	北西側隆起の正断層 (横ずれ成分不明)	60-90° 南東傾斜	13-15 km程度	約13 km	不明	4m程度	不明	不明
	吹上浜西方沖区間	20 km程度以上	N43° E	南東側隆起の正断層 (横ずれ成分不明)	60-90° 北西傾斜	13-15 km程度	約13 km	不明	2m程度以上	不明	不明

※人吉盆地南縁断層及び出水断層帯の特性は、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004a, 2006a)に基づく。

表8 九州南部の活断層の将来の活動の可能性

活断層のくくり (付録2-1)	評価単位区間 (付録2-1)	評価単位区間が単独で活動する場合				複数区間が同時に活動する場合	
		地震の規模 (マグニチュード)	地震後経過率	30年以内における固有 規模の地震発生確率(%)	30年以内における地表で 痕跡を認めにくい地震の 発生確率(%)	地震の規模 (マグニチュード)	地震発生確率(%) (30年以内)
日奈久断層帯	高野-白旗区間	6.8程度	不明	ほぼ0	0.1-0.4	7.7-8.0程度 (日奈久断層帯全体が同 時に活動した場合) 7.8-8.2程度 (日奈久断層帯全体と布田 川断層帯布田川区間が同 時に活動した場合)	-
	日奈久区間	7.5程度	0.2-2.3	ほぼ0-6	0.1-0.4		
	八代海区間	7.3程度	0.1-1.5	ほぼ0-16	0.2-1		
緑川断層帯	緑川断層帯	7.4程度	不明	0.04-0.09	0.02-0.04	-	-
人吉盆地南縁断層	人吉盆地南縁断層	7.1程度	0.9以下	1以下	0.2以下	-	-
出水断層帯	出水断層帯	7.0程度	0.3-0.9	ほぼ0-1	0.2	-	-
甌断層帯	上甌島北東冲区間	6.9程度	不明	0.1	0.07	-	-
	甌区間	7.5程度	不明	0.3-1.2	0.1-0.6	-	-
市来断層帯	市来区間	7.2程度	不明	0.05	0.02	-	-
	甌海峡中央区間	7.5程度	不明	0.04	0.02	-	-
	吹上浜西方冲区間	7.0程度以上	不明	0.07以下	0.03以下	-	-

3. 九州地域の活断層で発生する地震の長期評価

九州地域の北部、中部、南部の3つの区域ごとに、区域全体における活断層で発生するM6.8以上の地震の長期評価を行った。評価は前述の個々の活断層（評価単位区間）で発生する地震が今後30年以内に発生する確率に基づく（表4、表6、表8）。ここでは、「詳細な評価の対象とする活断層」のうち、平均活動間隔などが不明であり、確率を直接求めることができない活断層と図2に緑色で示した「簡便な評価の対象とする活断層」について、付録4の「4-1. 平均活動間隔が不明の活断層の考え方」の仮定に基づき地震発生確率を算出した（表9、表10）。このようにして算出した地震発生確率を用いて、付録4の「4-2. 評価地域の地震の発生確率の算出」に述べる方法に従い、各区域における地震発生確率を算出した（図21）。算出された区域全体の地震の発生確率は幅を持つ。ただし統計学的には、確率値に幅のある複数の活断層の組み合わせを考慮すると、付録4の「4-3. 評価地域の地震の発生確率の幅の統計的扱い」に示すように、区域全体を代表する値を求めることができる。そこで、今回はこのような値の評価を行った。

さらに、九州地域の北部、中部、南部の各区域及び九州全域における活断層を特定しない場合の地震発生確率については、付録4の「4-4. 活断層を特定しない地震の確率評価」に従い評価した（図22）。

3-1. 九州北部

九州北部の活断層で発生する地震のうち、小倉東断層、西山断層帯の全区間、警固断層帯北西部、日向峠-小笠木断層帯で発生する地震については、平均変位速度もしくは平均活動間隔が明らかにされておらず、確率値を直接算出することができない。上述した付録4に基づくこれらの評価単位区間における平均活動間隔などの仮定値を表9に示す。平均上下変位速度が報告されている小倉東断層については、右横ずれが主体であることから、これらに矛盾しない平均変位速度を仮定した。西山断層帯については、九州活構造研究会編（1989）及び活断層研究会編（1991）は西山区間の活動度をB級と記載しており、また大島沖区間と嘉麻峠区間はいずれも西山区間と隣接し、規模や走向が類似していることを考慮し、同じ平均変位速度を仮定した。警固断層帯北西部については、同断層帯南東部と隣接し、規模、走向が類似していることに基づき南東区間と同じ平均活動間隔を仮定した。また、日向峠-小笠木断層帯については、C級以上と評価し、ここではB級の最下位の平均変位速度を仮定した。

最新活動時期と平均変位速度から地震の発生確率を直接算出した活断層（表4）と、上記の仮定による地震の発生確率（表9、表10）を推定した活断層を含む、九州北部に分布する活断層のいずれかを震源とした地震の発生確率を表11（表11の「活断層に基づく地震発生確率」）に示す。付録4の「4-3. 評価地域の地震の発生確率の幅の統計的扱い」に基づく、評価パラメータの累積値の95%信頼区間は7%程度-13%程度の範囲を示し、中央値は9%程度を示す（図21a）。したがって、九州北部に分布する活断層のいずれかを震源とした地震の発生確率は7%程度-13%程度と考えられる。

活断層を特定しない評価（表11の「G-R式に基づく地震発生確率」）については、前述のとおり、九州北部を対象に、1997年10月以降、2010年12月までに発生したM3.0以上の地震をG-R式に当てはめると、b値は0.90となる（図10）。このb値を、1923年8月から2011年12月までの約88年間に観測された九州北部のM5.0以上の地震（図22）に適用すると、九州北部全体で今後30年以内に発生するM6.8以上の地震発生回数は0.081回程度、ポアソン過程に基づく地震発生確率は8%程度と算出される（表11、図22下a）。

3-2. 九州中部

九州中部の活断層で発生する地震のうち、布田川断層帯宇土半島北岸区間及び雲仙断層群の北部及び南東部で発生する地震については、平均変位速度が明らかにされておらず、確率値を直接算出することができない。これらの活動間隔などの仮定値を表9に示す。布

田川断層宇土半島北岸区間の平均変位速度については、隣接する宇土区間における平均上下変位速度と同等とした。また、雲仙断層群の北部及び南東部についても、隣接する同断層群南西部北部の平均上下変位速度と同等とした。

最新活動時期と平均変位速度から地震の発生確率を直接算出した活断層（表6）と、上記の仮定による地震の発生確率（表9、表10）を推定した活断層を含む、九州中部に分布する活断層のいずれかを震源とした地震発生確率を表11に示す。評価パラメータの累積値の95%信頼区間は18%程度－27%程度の範囲を示し、中央値は21%程度を示す（図21b）。したがって、九州中部に分布する活断層のいずれかを震源とした地震の発生確率は18%程度－27%程度と考えられる。

活断層を特定しない評価（表11）については、九州中部における1997年10月の気象庁一元化以降、2010年12月までに発生したM3.0以上の地震をG-R式から算出されたb値（1.02、図10）を、1923年8月から2011年12月の約88年間に観測された九州中部のM5.0以上の地震（図22）に適用すると、九州中部全体で今後30年以内に発生するM6.8以上の地震発生回数は0.114回程度、ポアソン過程に基づく地震発生確率は11%程度と算出される（表11、図22下b）。

3-3. 九州南部

九州南部の活断層で発生する地震のうち、日奈久断層帯の高野－白旗区間、甕断層帯上甕島北東沖区間及び市来断層帯の各区間で発生する地震については、平均変位速度もしくは平均活動間隔が明らかにされておらず、確率値を直接算出することができない（表7）。これらの活動間隔などの仮定値を表9に示す。日奈久断層帯の高野－白旗区間の平均活動間隔については、日奈久断層帯の日奈久区間と隣接し、またずれの特性が類似することから、同区間の平均活動間隔と同等と仮定した。甕断層帯の上甕島北東沖区間及び市来断層帯については、平均変位速度や平均活動間隔に関する報告はない。ここでは、甕断層帯の上甕島北東沖区間及びについてはB級の最下位、また市来断層帯の各区間については、C級としてそれぞれ平均変位速度を仮定している。

最新活動時期と平均変位速度から地震の発生確率を直接算出した活断層（表8）と上記の仮定による地震の発生確率（表9、表10）を推定した活断層を含む、九州南部に分布する活断層のいずれかを震源とした地震発生確率を表11に示す。評価パラメータの累積値の95%信頼区間は7%程度－18%程度の範囲を示し、中央値は8%程度を示す。また（図21c）。したがって、九州南部に分布する活断層のいずれかを震源とした地震の発生確率は7%程度－18%程度と推定される。ただし、この地震発生確率には、ほかの活断層に比べて著しく短い平均活動間隔が推定されている池田湖西断層帯及び鹿児島湾東縁断層帯から算出された確率が大きく影響している（表10）。これらの断層帯の平均活動間隔が推定値よりも長い場合には、九州南部の地震発生確率は小さくなる。

活断層を特定しない評価（表11）については、九州南部を対象に、1997年10月の気象庁一元化以降、2010年12月までのM3.0以上の地震をG-R式に当てはめることで求められたb値（0.98、図10）を、1923年8月から2011年12月までの約88年間に観測された九州南部のM5.0以上の地震（図22）に適用すると、九州南部全体で今後30年以内に発生するM6.8以上の地震発生回数は0.207回程度、ポアソン過程に基づく地震発生確率は19%程度と算出される（表11、図22下c）。

3-4. 九州全域

九州全域に分布する活断層において、最新活動時期と平均変位速度から地震の発生確率を直接算出した活断層（表4、表6、表8）と上記の仮定による地震の発生確率（表9、表10）を推定した活断層を含む、いずれかの活断層を震源とした地震の発生確率を表11に示す。評価パラメータの累積値の95%信頼区間は30%程度－42%程度の範囲を示し、中央値は35%程度を示す（図21d、表11の「活断層に基づく地震発生確率」）。したがって、九州全

域に分布する活断層のいずれかを震源とした地震の発生確率は30%程度－42%程度と推定される（表11）。

活断層を特定しない評価（表11の「G-R式に基づく地震発生確率」）については、九州全域を対象に、1997年10月の気象庁一元化以降、2010年12月に発生したM3.0以上の地震をG-R式に当てはめると、b値は0.95となる（図10）。このb値を1923年8月から2011年12月までの約88年間に観測された九州全域のM5.0以上の地震（図22）に適用すると、九州地域全体で今後30年以内に発生するM6.8以上の地震発生回数は0.447回程度、ポアソン過程に基づく確率は36%程度と求まる（表11、図22下d）。

3-5. 活断層と地震活動に基づく地震発生確率に関する考察

九州全域の浅い場所で今後30年以内にM6.8以上の地震が発生する確率は、活断層に基づいた予測と、活断層を特定しないG-R式に基づいた予測のいずれも30－40%程度の値を示し、ほぼ一致している。区域別にみた場合、九州北部では、両者は比較的近い値を示す。これに対して、九州中部では、活断層に基づく確率値が地震活動による確率値を有意に上回る。一方、九州南部では、活断層に基づく確率値が地震活動による確率値を下回る。

地域内の全ての活断層でM6.8以上の地震を発生させる可能性が正確に評価され、かつ最近の約90年間の地震活動が、その地域における長期間での平均的な地震活動を示している場合には、地震活動から予測した確率値と活断層から予測した確率値は一致すると考えられる。九州全域で見た場合に両者の確率が近い値を示すことは、評価された活断層が地震活動の大部分を担っていることを示している可能性がある。

しかし、G-R式を計算するのに用いた地震活動の期間は最近約90年間であり、活断層で起きる地震の平均活動間隔に比べて非常に短いため、長期間での平均的な状態からずれている可能性がある。例えば、九州北部では2005年3月の福岡県西方沖の地震の前後で地震活動レベルが大きく異なり、G-R式に基づいた予測値は大きく異なっている。また、火山性の地震のように活断層以外で発生する地震を含むことによる影響も考えられる。例えば、九州南部では火山性の地震が数多く発生しており、九州南部における地震活動に基づいた地震発生確率が過大になっているとも考えられる。さらに、固有地震の発生頻度は通常の地震のG-R式から外れるという考えもある。なお、地表に痕跡を認めにくい地震が平均活動間隔の2倍で発生すると仮定しているが、この仮定の正否については判断できる材料がない。以上のように、G-R式に基づいた確率値は必ずしもその地域の活断層で発生する地震を代表していない可能性があるため、値の解釈には注意が必要である。

また、本評価では、地表での長さが10 km程度未満の活断層については、地下の断層長を評価していないため、これらのなかにM6.8以上の地震を発生させる活断層が含まれている可能性を否定できない。これらについても考慮した場合、活断層に基づく地震発生確率は今の値より大きくなる可能性がある。

表9 確率が不明の活断層に対する平均変位速度などの仮定値

地域 細分	活断層のくくり (付録2-1)	評価単位区間 (付録2-1)	平均変位速度の評価値または 活断層研究会編(1991)による 活動度	平均変位速度の 仮定値(付表1) (m/千年)	1回のずれ量 (最大)	最新活動時期(年前)	平均活動間隔	仮定に基づく30年以内 における固有規模の 地震発生確率 (計算方法)	30年以内における地表で 痕跡を認めにくい地震 の発生確率
九州 北部	小倉東断層	小倉東断層	0.03-0.1m/千年程度 (上下成分) C級	0.3 (B級下位を仮定)	2m程度	約4,600年以後、 約2,400年前以前	6,700年程度	ほぼ0-0.4% (BPT)	0.2%
	西山断層帯	大島沖区間	不明	0.5 (B級を仮定)	4m程度	約20,000前以後	8,000年程度	3%以下 (BPT)	0.2%
		西山区間	不明 B級	0.5 (B級を仮定)	4m程度	約13,000年以後、 概ね2,000年前以前	8,000年程度	ほぼ0-2% (BPT)	0.2%
		嘉麻峠区間	不明	0.5 (B級を仮定)	3m程度	不明	6,000年程度	0.5% (ポアソン)	0.2%
	警固断層帯	北西部	不明 B級	0.4-0.6 (1回のずれ量と平均活動間隔の仮定 値に基づく)	2m程度 (左横ずれ成分)	2005年福岡県西方沖の 地震	約3,100-5,500年(南 東部と同値を仮定)	ほぼ0% (BPT)	0.3-0.5%
	日向峠-小笠木峠断層帯	日向峠-小笠木峠断層帯	不明 C級以上	0.1 (B級最下位を仮定)	3m程度	不明	30,000年程度	0.1% (ポアソン)	0.05%
九州 中部	雲仙断層群	北部	不明 (1m/千年以上:上下成分) A-B級	1 (A級下位を仮定)	2-3m程度	約5,000年前以後	2,000-3,000年程度	11%以下	0.7%以下
		南東部	不明 (1m/千年以上:上下成分) B級	1 (A級下位を仮定)	2m程度	7,300年前以後	1,000年程度	3% (ポアソン)	1.5%
	布田川断層帯	宇土区間	0.2-0.5m/千年もしくはそれ以上 (上下成分)	0.5 (B級を仮定)	2m程度	不明	4,000年程度	0.7% (ポアソン)	0.4%
		宇土半島北岸区間	不明	0.5 (宇土区間と同様に 仮定)	3m程度	不明	6,000年程度	0.5% (ポアソン)	0.2%
九州 南部	日奈久断層帯	高野-白旗区間	0.04-0.2m/千年程度 (上下成分)	0.2-0.6 (1回のずれ量と平均活動間隔の仮定 値に基づく)	2m程度	約1,600年以後、 約1,200年前以前	3,600-11,000年 (日奈久区間と同値 を仮定)	ほぼ0% (BPT)	0.1-0.4%
	甞断層帯	上甞島北東沖区間	不明	0.1 (B級最下位を仮定)	2m程度	不明	20,000年程度	0.1% (ポアソン)	0.07%
	市来断層帯	市来区間	不明	0.047 (C級を仮定)	3m程度	不明	64,000年程度	0.05% (ポアソン)	0.02%
		甞海峡中央区間	不明	0.047 (C級を仮定)	4m程度	不明	85,000年程度	0.04% (ポアソン)	0.02%
		吹上浜西方沖区間	不明	0.047 (C級を仮定)	2m程度以上	不明	43,000年程度以上	0.07%以下 (ポアソン)	0.03%以下

表10 簡便な評価の対象とする活断層における平均活動間隔の推定値

地域細分	断層名	活動度 ^(※1)	地表で認められる断層の長さ(km) ^(※1)	地下での断層の長さ(km) ^(※2)	想定する地震の規模(M) ^(※3)	1回のずれの量(m) ^(※4)	平均変位速度の仮定値(m/千年) ^(※5)	平均活動間隔の推定値(年) ^(※6)
九州北部	糸島半島沖断層群	B級最下位 ^(※7)	12	15	6.8	1.5	0.1	15,000
九州中部	佐賀関断層	C級	12	15	6.8	1.5	0.047	32,000
	多良岳南西麓断層帯	C級	15	15	6.8	1.5	0.047	32,000
九州南部	福良木断層	C級未満	10	15	6.8	1.5	0.024	63,000
	阿蘇外輪南麓断層群	C級	15	15	6.8	1.5	0.04 ^(※8)	38,000
	鶴木場断層帯	C級未満	11	15	6.8	1.5	0.024	63,000
	国見岳断層帯	C級未満	13	15	6.8	1.5	0.024	63,000
	水俣断層帯	C級	10	15	6.8	1.5	0.047	32,000
	鹿児島湾東縁断層帯	B級	17	17	6.9	1.7	0.3 ^(※9)	5,800
	鹿児島湾西縁断層帯	C級未満	15	15	6.8	1.5	0.024	63,000
	池田湖西断層帯	A級	10	15	6.8	1.5	1.0 ^(※10)	1,500

※1 糸島半島沖断層群をのぞく各断層の長さ及び活動度は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2009）に基づく。

※2 地表の長さが15km以下の断層については、地下での断層の長さとして15km（想定する地震規模（M6.8）に相当する断層長）を仮定。

※3 Mの値は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2009）でM6.8未満とされているものについても、ここでは鹿児島湾東縁断層帯をのぞき一律にM6.8の地震が発生するとして評価し、各区域における地震発生確率評価において考慮している。

※4 1回のずれの量は、地下での断層の長さから式（2）に基づき算出。

※5 平均変位速度が不明な活断層において、活動度に応じて仮定した平均変位速度については「付録4-1.」参照。

※6 平均活動間隔は、1回のずれ量と平均変位速度から「付録4-1.」の式（A-1）に基づき算出。

※7 南東に位置する日向峠-小笠木峠断層帯の活動度がC級程度以上と考えられることから、これと同等の活動度をもつと仮定し、ここではB級最下位として扱う。

※8 九州活構造研究会編（1989）による。

※9 活断層研究会編（1991）ではB級とされているが、ここではB級下位として扱う。

※10 活断層研究会編（1991）ではA級とされているが、ここではA級下位として扱う。

表11 九州地域で評価した活断層で今後30年以内にM6.8以上の地震が発生する確率

地域 細分	個々の活断層の長期評価						地域の長期評価						
	活断層のくくり (付録2-1)		評価単位区間 (付録2-1)	地震の規模 (M)	各断層の地震発生確率		区域別の確率値(注18)			九州全体の確率値(注18)			
	活断層 主 要 帯	計算方法			固有地震(%)	95%信頼 区間	中央値 (平均値)	活断層に基づく地震 発生確率(%) ^(※1)	G-R式に 基づく地 震発生確 率(%)	95%信頼 区間	中央値 (平均値)	活断層に基づく地震 発生確率(%) ^(※1)	G-R式に 基づく地 震発生確 率(%)
九州 北 部	○	小倉東断層	小倉東断層	7.1程度	ほぼ0	0.4	BPT	7-13	9 (9)	8			
		福智山断層帯	福智山断層帯	7.2程度	ほぼ0	3	BPT						
	○	西山断層帯	大島沖区間	7.5程度	3以下		BPT						
			西山区間	7.6程度	ほぼ0	2	BPT						
			嘉麻峠区間	7.3程度	0.5		ポアソン						
		宇美断層	宇美断層	7.1程度	ほぼ0		BPT						
	○	警固断層帯	北西部	7.0程度	ほぼ0		BPT						
			南東部	7.2程度	0.3	6	BPT						
	日向峠-小笠木峠断層帯	日向峠-小笠木峠断層帯	7.2程度	0.1		ポアソン							
	簡便な評価の対象とする活断層(糸島半島沖断層群)			0.3		ポアソン							
九州 中 部	○	水縄断層帯	水縄断層帯	7.2程度	ほぼ0		BPT	18-27	21 (21)	11			
		佐賀平野北縁断層帯	佐賀平野北縁断層帯	7.5程度	0.2	0.5	ポアソン						
	○	別府-万年山断層帯	別府湾-日出生断層帯(東部)	7.6程度	ほぼ0		BPT						
			別府湾-日出生断層帯(西部)	7.3程度	ほぼ0	0.05	BPT						
			別府湾-日出生断層帯(全体)	8.0程度	-	-							
			大分-由布院断層帯(東部)	7.2程度	0.03	4	BPT						
			大分-由布院断層帯(西部)	6.7程度 ^(※2)	2	4	ポアソン						
			大分-由布院断層帯(全体)	7.5程度	-	-							
			野福岳-万年山断層帯	7.3程度	ほぼ0	3	BPT						
		顔平山-亀石断層帯	7.4程度	ほぼ0		BPT							
	○	雲仙断層群	雲仙断層群北部	7.3程度以上	11以下		BPT						
			雲仙断層群南東部	7.1程度	3		ポアソン						
			雲仙断層群南西部北部	7.3程度	ほぼ0	4	BPT						
			雲仙断層群南西部南部	7.1程度	0.5	1	BPT						
○	布田川断層帯	布田川区間	7.0程度	ほぼ0	0.9	BPT							
		宇土区間	7.0程度	0.7		ポアソン							
		宇土半島北岸区間	7.2程度以上	0.5		ポアソン							
	簡便な評価の対象とする活断層(佐賀関断層、多良岳南西麓断層帯)			0.3		ポアソン							
九州 南 部	○	日奈久断層帯	高野-白旗区間	6.8程度	ほぼ0		BPT	7-18	8 (9)	19			
			日奈久区間	7.5程度	ほぼ0	6	BPT						
			八代海区間	7.3程度	ほぼ0	16	BPT						
		緑川断層帯	緑川断層帯	7.4程度	0.04	0.09	ポアソン						
	○	人吉盆地南縁断層	人吉盆地南縁断層	7.1程度	1以下		BPT						
	○	出水断層帯	出水断層帯	7.0程度	ほぼ0	1	BPT						
	○	甌断層帯	上甌島北東沖区間	6.9程度	0.1		ポアソン						
			甌区間	7.5程度	0.3	1.2	ポアソン						
	○	市来断層帯	市来区間	7.2程度	0.05		ポアソン						
			甌海峡中央区間	7.5程度	0.04		ポアソン						
			吹上浜西方沖区間	7.0程度以上	0.07以下		ポアソン						
	簡便な評価の対象とする活断層(福良木断層、阿蘇外輪南麓断層群、鶴木場断層帯、国見岳断層帯、水俣断層帯、鹿児島湾東縁断層帯、鹿児島西縁断層帯、池田湖西断層帯)			4.2		ポアソン							

濃い陰を付した断層(評価対象区間)は仮定した値(表9)に基づいて確率を算出したもの。
^{※1} 区域別及び中国全域における活断層に基づく地震発生確率値には、詳細な評価の対象とする活断層(評価単位区間)の確率だけでなく、各区域に分布する簡便な評価の対象とする活断層(注13)の確率も含まれていることに注意。

4. 今後に向けて

本評価は、新たな活断層の長期評価手法（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2010）を適用した「地域評価」の一つとして、九州地域に分布する活断層で発生しうるM6.8以上の地震の発生確率を総合的に評価したものである。このなかでは、これまで長期評価を行ってきた主要活断層帯に加え、重力異常や地震活動、反射法地震探査などの情報を積極的に取り入れて、地表で認められる活断層の長さは短いものの、地下を含めると長さが延びる可能性のある断層や、詳細な地形判読により新たに認定された活動度が低い断層も評価に含めた。さらに地震発生確率において、いずれの活断層においても、地表で痕跡を認めにくい地震の発生についても考慮し、地震発生確率を求めている。ただし、九州地域を特徴付ける火山性の地震や、活断層で発生するM6.8よりも小さい地震については、被害をもたらす可能性があるものの、こうした地震については今回評価を行っていない。

また、ここで評価の対象とした活断層は、主として断層のずれが地表付近や海底付近に記録されている長さが10 km程度以上のものである（図2）。そのため、地表にほとんどずれの痕跡を残さない伏在活断層や、活動が低頻度のために断層のずれが地形として保存されにくい活断層を見落としている可能性は否定できない。福岡県西方沖の地震の震源域の海底地形や反射記録に明瞭な断層地形や変形構造が認められていないように、沿岸海域の活断層については、断層の位置・形状や活動履歴等に関する情報が十分ではないものが多く、ここでは沿岸海域の活断層の一部のみを評価の対象としている。長さが10 km程度未満の活断層の特性やそれらから発生する地震の発生確率は今回評価していない（図20）。

さらに、隣接する断層帯あるいは評価単位区間が同時に活動する可能性やその確率についても十分に評価できていない。

今回の評価対象とした活断層や評価単位区間のうち、古地震調査による最新活動時期及び平均活動間隔に基づき将来の地震発生確率が算出できたものは決して多くない（表9）。これら以外の活断層については、平均変位速度などに仮定値を与えて確率値を算出している（付録4）。そのため、確率値は仮定値に大きく依存している。また、古地震調査により直接最新活動時期や平均活動間隔の情報が得られている評価対象区間でも、断層活動の年代幅が絞り込めていないため、確率値に大きな誤差が含まれているものもある。

活断層や評価単位区間の過去の活動は、活動時期が重なるものがあり、過去に隣接する活断層や評価単位区間が同時に活動した可能性や短期間に活動が集中した可能性がある（図19）。ただし、こうした断層活動の時間・空間的な変化を検討するうえで、現状では、活動時期の年代範囲が広いものが多く、また活動時期が不明な断層も少なくない。

このような活断層の地域的な活動特性を明らかにし、また評価地域の地震発生確率の信頼度を向上させるうえで、今後、活動履歴が不明な活断層については古地震調査を実施するとともに、活動時期が報告されている評価単位区間においても、その年代範囲が広いものについては、活動時期の限定に目的を絞った調査を進めていく必要がある。

今回の評価対象としていない長さ10 km程度未満の活断層についても、その特性を把握するための調査の実施が望まれる。

今回の評価では、既往の活断層の長期評価同様、経験則を当てはめて地震の規模やずれの量の予測を行わざるを得なかったが、九州地域の活断層の活動は火山活動と密接な関係があることも考えられ、この点に関しても今後検討していく必要がある。

複数の活動区間や隣接する断層帯の連動による大規模な地震など活断層から発生する多様な地震について、また地表に痕跡を残さない地震についても考慮した評価手法の改定に向けて検討を行う必要がある。

- 注6：九州地域に分布する活断層については、活断層の特性、地質構造、地殻構造、地震活動などに基づき、これまでにいくつかの区分が提案されている（例えば、垣見，1983；千田，1991，2010；萩原編，1991；垣見ほか，2003など）。本評価では、新第三紀以前に形成された松山－伊万里構造線と大分－熊本構造線を境として、活断層の特性が異なることから、両構造線を九州北部、同中部及び同南部の各区域の境界とした（図1、図3-2）。ただし、松山－伊万里構造線及び大分－熊本構造線の正確な位置や形状については不明な点も多い。一方、両構造線は顕著な重力異常の急変帯に一致しており、延長部も重力異常をもとに推定することができる（図3－図6）。したがって、ここでは区域の境界線として重力異常の急変帯を重視した。なお、九州地域の活断層の一部には、区域の境界とした地質構造線が再活動したものがある。こうした活断層については、境界の両側の区域のうち、類似する特性をもつ活断層が分布する区域に含めた。また、区域境界付近の地震活動については、ここで示した境界線にとらわれることなく、地震の空間的分布、発震機構や周辺の活断層の傾斜などに基づき、地震と関連する活断層が属する区域に含めた。これは、構造線（の断層面）が傾斜している場合、深さ方向に境界の位置が移動することによる。そうした意味で、図1及び図3－2は地表における境界線の位置を示しているに過ぎない。こうしたことから、地震活動に基づく境界の位置が重力異常の急変帯（構造線）で示される境界線と必ずしも一致しない場合もあることに注意されたい。
- 注7：GNSS（Global Navigation Satellite Systems）とは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般を示す総称である。
- 注8：物体が変形したとき、もとの量（長さ、面積等）に対して変化した量の割合をひずみと呼ぶ。地殻変動が継続している場合は時間とともにひずみが大きくなるため、単位年あたりのひずみで表した（ひずみ速度）。したがって、単位は／年となる。なお、測地的な観測データから求められた日本列島の平均的なひずみ速度は 2×10^{-7} /年程度とされている。
- 注9：D90とは、地震発生層の下限を評価することに用いられている指標であり、浅い方からの地震数の累積頻度が90%となる深さ（km）である。ここでは、半径20 km以内の震源データを用いて作成した震源集合を基にしてD90を求めている。
- 注10：キュリー点温度とは、岩石中の磁性鉱物（主として磁鉄鉱）が強磁性体としての性質を失う温度であり、キュリー点深度はその温度に達する深度（km）のことである。
- 注11：1997年10月1日以降、気象庁は、気象庁、防災科学技術研究所、大学関係機関等の地震データを一元的に統合処理し、震源決定を行っている。本資料は、この震源データを用いて作成した。なお、1997年3月26日及び5月13日の鹿児島県薩摩地方の地震（M6.6、M6.4）は、1997年10月1日より前に発生したものであるが、ここでは参考資料として両地震の震央及び発震機構を図示した。
- 注12：1854年の伊予西部の地震（M7.4）の発生の2日前の1854年12月24日には安政南海地震（M8.4）が発生しており、この伊予西部の地震の被害との区別ができない。また、この地震の震央と考えられる豊後水道周辺は、浅い陸のプレート内や、やや深いプレート境界付近のいずれでも地震が発生している地域である。この地震が浅い陸のプレート内の地震であるか、プレート境界の地震であるかは実のところ不明ではあるが、浅い陸のプレート内の地震の可能性を否定できないため、図14及び表2－1に取り入れている。
- 注13：本評価文において“詳細な評価の対象とした活断層”は、「基盤的調査観測の対象となる活断層（主要活断層帯）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2005）に加えて、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2009）における「主要活断層帯以外の活断層」のうち、重力異常や地質構造などの検討の結果、地下の長さが15 km程度以上と認定されたものを選定した（図20に赤色で示した活断層）。一方、図2に緑色で示した“簡便な評価の対象とする活断層”の選定にあたっては、陸域については、上述の「主要活断層帯以外の活断層」のうち、重力異常や地震活動などの検討の結果、詳細な評価の対象とならなかったもののほか、海域については、原子力発電所事業者報告書などにより後期更新世の活動が報告されている活断層トレースのうち、長さが10 km程度以上、15 km程度未満のものを採用した（表10）（図20）。なお、上述の「主要活断層帯以外の活断層」のうち、長島断層群については、活断層の可能性が低いと判断され、また川南（かわみなみ）－征矢原（そやばる）断層については、川南断層と征矢原断層の2条にわかれ、それぞれ長さが10 km未満となることから、今回の評価の対象としていない。多良岳南西麓断層帯、阿蘇外輪南麓断層群、鹿児島湾東縁断層帯及び鹿児島湾西縁断層帯については、それらの長さから、本来詳細な評価を実施すべき活断層に含まれるものの、活動性に関する資料が少ないことから、今回は、「簡便な評価の対象とする活断層」として評価した。九州地域には、こうした活断層のほかにも長さが10 km程度未満の活断層あるいは活断層の疑いのあるリニアメントが報告されている（例えば、活断層研究会編，1991；中田・今泉編，2002）。一例として、活断層研究会編（1991）における確実度II以上で長さが10 km程度未満の活断層を図20に青色で示す。これらの活断層については今回の評価の対象としていない。

評価対象断層一覧

評価区分		断層名	断層番号
詳細な評価の対象とする活断層	「基盤的調査観測の対象となる活断層(主要活断層帯)」	西山断層帯	3
		警固断層帯	5
		水縄断層帯	7
		別府-万年山断層帯	9
		雲仙断層群	10
		布田川断層帯・日奈久断層帯	11
		人吉盆地南縁断層	13
		出水断層帯	14
	主要活断層帯以外の活断層	小倉東断層	1
		福智山断層帯	2
		宇美断層	4
		日向峠-小笠木峠断層帯	6
		佐賀平野北縁断層帯	8
		緑川断層帯	12
		甌断層帯	15
		市来断層帯	16
簡便な評価の対象とする活断層	糸島半島沖断層群	17	
	佐賀関断層	18	
	多良岳南西麓断層帯	19	
	福良木断層	20	
	阿蘇外輪南麓断層群	21	
	鶴木場断層帯	22	
	国見岳断層帯	23	
	水俣断層帯	24	
	鹿児島湾東縁断層帯	25	
	鹿児島湾西縁断層帯	26	
	池田湖西断層帯	27	

注14：過去に日本で発生した地震の記録からは、1847年の善光寺地震以降に発生した被害地震（死者・行方不明者50人以上）は、全てM6.8以上である。本評価ではこれに基づき、活断層で発生し、その活動が社会的、経済的に大きな影響を与えると考えられるM6.8以上の地震を評価するものである。したがって、「評価単位区間」の一部が活動し、M6.8未満の地震が発生する可能性は否定してないことに注意が必要である。M6.8を下回る地震については、上記の理由に加え、地表における調査ではその存在を明らかにすることができない可能性が高いことから、現時点では震源をあらかじめ特定できない地震として考慮することが適切であると考えられる。

注15：1-4頁の主文では、「変位」を一般的にわかりやすいように「ずれ」という言葉で表現している。ここでは、専門用語である「変位」が主文の「ずれ」に対応するものであることを示すため、両者を併記した。以下、文章の中では「変位」を用いる。なお、活断層の専門用語では、「変位」は切断を伴う「ずれの成分」と、切断を伴わない「撓みの成分」よりなる。

注16：地震調査委員会の活断層の長期評価では、将来の評価単位区間が単独で活動した場合の今後30年以内に地震が発生する確率について、次のような相対的な評価を盛り込むことにしている。

今後30年以内の地震発生確率（最大値）が3%以上の場合：

「本断層帯は、今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになる」

今後30年以内の地震発生確率（最大値）が0.1%以上-3%未満の場合：

「本断層帯は、今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになる」

なお、2005年4月時点で評価を終えた98の主要活断層帯のうち、最新活動時期が判明しており、通常の活断層評価で用いている更新過程（地震の発生確率が時間とともに変動するモデル）により地震発生の長期確率を求めたものについて、将来の評価単位区間が単独で活動した場合の今後30年以内に地震が発生する確率の割合は以下のとおりになっている。

30年確率の最大値が0.1%未満：約半数

30年確率の最大値が0.1%以上-3%未満：約1/4

30年確率の最大値が3%以上：約1/4

（2005年4月時点での算定。確率の評価値に幅がある場合はその最大値を採用）

注17：過去に発生した被害地震では、明瞭な地表地震断層を伴わなかった地震も知られているため、各評価単位区間について地表で痕跡を認めにくい地震が発生することを考慮した。その際、最大で各評

価単位区間で地下の断層の長さから想定される地震と同一規模、最小でM6.8の地震が発生する可能性があるとして評価した。

地表で痕跡を認めにくい地震は、対象となる「評価単位区間」で得られている平均活動間隔の2倍の間隔で発生しているとみなし（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2010）、断層内のどこでも発生する可能性があると考え、ポアソン過程により地震発生確率を算出した。

「発生間隔」の算出の根拠は、19世紀以降に主要活断層帯で発生したM6.8以上の地震のうち、明瞭な地表地震断層を伴った地震が8、伴わなかった地震が4であったという経験的な発生比率に基づく（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2010）。ただし、断層が活動した際に地表地震断層が現れるかどうかについて、地域性や活断層の活動特性との関連性が高いことが想定されるため、将来的には、調査研究の進展状況により、地域や活断層ごとにこの値は検討されるべきものである。

注18：ここでは、それぞれの地震の発生確率の合算に基づく値を、基本的に有効数字2桁で表記している。それぞれの活断層及び評価単位区間で想定される地震規模及び発生確率については表4、表6、表8を参照のこと。

文献

- 千田 昇 (1991)：九州における活断層の分布と地体構造. 大分地理一勝目 忍先生退官記念号一, 5, 10-19.
- 千田 昇 (2010)：活断層と変動地形. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 8 九州・沖縄地方. 朝倉書店, 46-61.
- 千田 昇・松田時彦・松村一良・三浦 真・村橋輝紀・石井邦宙 (1995)：日本の活断層発掘調査 [58] 水縄断層系追分断層 (久留米市山川町前田地区) トレンチ調査. 活断層研究, 13, 88-95.
- 千田 昇・松村一良・寒川 旭・松田時彦 (1994)：水縄断層系の最近の活動について—久留米市山川町前田遺跡でのトレンチ発掘—. 第四紀研究, 33, 261-267.
- 千田 昇・下山正一・松田時彦 (2001)：福智山断層系の新期活動. 活断層研究, 20, 79-91.
- 地質調査所 (1992)：100万分の1 日本地質図第3版.
- Duncan, R. A., and Richards, M. A. (1991)：Hotspots, mantle plumes, flood basalts and true polar wonder. *Rev. Geophys.*, 29, 31-50.
- 江原幸雄 (1984)：九州中地域の地熱構造と地震活動の関連. 火山, 第2集, 29, 249-265.
- Fujiwara, S., Yarai, H., Ozawa, S., Tobita, M., Murakami, M., Nakagawa, H., Nitta, K., Rosen, P. A., and Werner, C. L. (1998)：Surface displacement of the March 26, 1997 Kagoshima-ken-hokuseibu earthquake in Japan from synthetic aperture radar interferometry. *Geophys. Res. Lett.*, 25, 4541-4544.
- 萩原尊禮編 (1991)：「日本列島の地震—地震工学と地震地体構造—」. 鹿島出版会, 215p.
- 長谷義隆 (1988)：南部九州後期新生界の地史と古環境. 熊本大学教養部紀要 (自然科学編), 27, 69-95.
- International Commission on Stratigraphy (2010)：INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART, http://www.stratigraphy.org/ics%20chart/09_2010/StratChart2010.pdf.
- Ito, K., (1999)：Seismogenic layer, reflective lower crust, surface heat flow and large inland earthquakes. *Tectonophysics*, 306, 423-433.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2001)：「長期的な地震発生確率の評価手法について」. 46p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004a)：「出水断層帯の評価」. 20p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004b)：「水縄断層帯の評価」. 18p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2005)：「別府—万年山断層帯の評価」. 73p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2006a)：「人吉盆地南縁断層帯の長期評価について」.

- て」. 15p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2006b) : 「雲仙断層群の評価 (一部改訂)」. 48p
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2007) : 「警固断層帯の評価」. 32p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2009) : 「全国地震動予測地図—地図をみて 私の街の揺れを知る—技術報告書」.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会編 (2009) : 「日本の地震活動—被害地震から見た地域別の特徴—〈第2版〉」. 496p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (2005) : 「基盤的調査観測対象活断層の評価手法」報告書—これまでの長期評価手法のとりまとめ—. 106p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会 (2010) : 「活断層の長期評価手法 (暫定版)」. 117p.
- 垣見俊弘 (1983) : 日本内陸の活断層と被害地震の地域的相関. 地質調査所月報, **34**, 295-309.
- 垣見俊弘 (1989) : 固有地震説雑考. 活断層研究, **7**, 1-4.
- 垣見俊弘・松田時彦・相田 勇・衣笠善博 (2003) : 日本列島と周辺海域の地震地体構造区分. 地震第2輯, **55**, 389-406.
- Kamata, H. (1989) : Volcanic and structural history of the Hohi volcanic area, central Kyushu, Japan. *Bull. Volcanol.*, **51**, 315-332.
- 活断層研究会編 (1991) : 「新編日本の活断層—分布図と資料—」. 東京大学出版会, 437p.
- 唐木田芳文・早坂祥三・長谷義隆 (編) (1992) : 日本の地質9「九州地方」. 共立出版, 371p.
- Kodama, K., Tashiro, H., and Takeuchi, T. (1995) : Quaternary counterclockwise rotation of south Kyushu, southwest Japan. *Geology*, **23**, 823-826.
- 小池一之・町田 洋編 (2001) : 「日本の海成段丘アトラス」. 東京大学出版会, 122p.
- 九州活構造研究会編 (1989) : 「九州の活構造」. 東京大学出版会, 553p.
- Manighetti, I., Campillo, M., Bouley, S. and Cotton, F. (2007) : Earthquake scaling, fault segmentation, and structural maturity. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **253**, 429-438.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) : 「新編火山灰アトラス[日本列島とその周辺]」. 東京大学出版会, 336p.
- 町田 洋・太田陽子・河名俊男・森脇 広・長岡信治編 (2001) : 「日本の地形7 九州・南西諸島」. 東京大学出版会, 355p.
- 松田時彦 (1975) : 活断層から発生する地震の規模と周期について. 地震第2輯, **28**, 269-283.
- 松田時彦 (1990) : 最大地震規模による日本列島の地震分帯図. 地震研究所彙報, **65**, 289-319.
- 松田時彦・山崎晴雄・中田 高・今泉俊文 (1980) : 1896年陸羽地震の地震断層. 地震研究所彙報, **55**, 795-855.
- 松本徂夫 (1979) : 九州における火山活動と陥没構造に関する諸問題. 地質学論集, **16**, 127-139.
- 松浦律子・中村 操・唐鎌郁夫 (2008) : 江戸時代の歴史地震の震源域・規模の再検討作業—1718年伊那の地震など8地震について. 歴史地震, **23**, 143.
- 松浦律子 (2010) : 活断層評価における歴史地震解析結果の役割について. 歴史地震, **25**, 108-109.
- Murata, A. (1987) : Conical folds in the Hitoyoshi Bending, South Kyushu, formed by the clockwise rotation of the southwestern Japan Arc. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **93**, 91-105.

- 村田明広 (1999) : 北薩屈曲と鹿児島県北西部地震 (1997年3月26日, 5月13日) . 構造地質, **43**, 93-97.
- 長岡信治・西山賢一・井上 弦 (2010) : 過去200万年間における宮崎平野の地層形成と陸化プロセス—海面変化とテクトニクスに関連して—. 地学雑誌, **119**, 632-667.
- 中田 高・今泉俊文編 (2002) : 「活断層デジタルマップ」. 東京大学出版会, DVD-ROM 2枚・付図1葉・60p.
- 日本地質学会編 (2010) : 「日本地質地方誌九州・沖縄地方」. 朝倉出版, 619p.
- Nishimura, S. and Hashimoto, M. (2006) : A model with rigid rotations and slip deficits for the GPS-derived velocity field in Southwest Japan. *Tectonophysics*, **421**, 187-207.
- Okubo, Y., Graf, R. J., Hansen, R. O., Ogawa, K. and Tsu, H. (1985) : Curie point depths of the Island of Kyushu and surrounding areas, Japan. *Geophysics*, **53**, 481-494.
- Omuralieva, A. M., Hasegawa, A., Matsuzawa, T., Nakajima, J. and Okada, T. (2012) : Lateral variation of the cutoff depth of shallow earthquakes beneath the Japan Islands and its implications for seismogenesis, *Tectonophysics*, **518-521**, 93-105.
- Otofujii, Y. and Matsuda T. (1984) : Timing of rotational motion of Southwest Japan inferred from the paleomagnetism. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **70**, 373-382.
- 尾崎正紀 (2013) : 福岡沿岸域における基盤構造と活断層との関係. 海陸シームレス地質情報集, 「福岡沿岸域」, 数値地質図S-3, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 印刷中.
- Richtshofen, F. v. (1903) : Geomorphologische Studien aus Ostasien. V. Gebirgskettungen im japanischen Bogen. Sonderabdruck aus den Sitzungsberichten der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften, 1903, Stück XL (Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe vom 30. Juli 1903), 26-52.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2003) : 100万分の1日本地質図 (第3版) CD-ROM.
- 酒井治孝 (1993) : 北九州の第三紀堆積盆地のテクトニクスと堆積作用. 地質学論集, **42**, 183-201
- Schwartz, D. P. and Coppersmith, K. J. (1984) : Fault behavior and characteristic earthquakes from the Wasatch and San Andreas faults. *Jour. Geophys. Res.*, **89**, 5, 681-5, 698.
- Schwartz, D. P. and Coppersmith, K. J. (1986) : Seismic Hazards -- New Trends in Analysis Using Geologic Data. In *Active Tectonics*, National Academy Press, Washington, DC, pp.215-230.
- Seno, T. (1999) : Syntheses of the regional stress fields of the Japanese islands. *Island Arc*, **8**, 66-79.
- Shimizu, H., Takahashi, H., Okada, T., Kanazawa, T., Iio, Y., Miyauchi, H., Mastushima, T., Ichiyonagi, M., Uchida, N., Iwasaki, T., Katao, H., Goto, K., Matsumoto, S., Hirata, N., Nakao, S., Uehira, K., Shinohara, M., Yakiwara, H., Kame, N., Urabe, T., Matsuwo, N., Yamada, T., Watanabe, A., Nakahigashi, K., Enescu, B., Uchida, K., Hashimoto, S., Hirano, S., Yagi, T., Kohno, Y., Ueno, T., Saito, M. and Hori, M. (2006) : Aftershock seismicity and fault structure of the 2005 West Off Fukuoka Prefecture Earthquake (M_{JMA} 7.0) derived from urgent joint observations. *Earth, Planets and Space*, **58**, 1599-1604.
- 下山正一・木下裕子・宮原百々・田中ゆかり・市原季彦・竹村恵二 (1999) : 旧汀線高度からみた九州の後期更新世地殻変動様式. 地質学雑誌, **105**, 311-331.

- 多田 堯 (1984) : 沖縄トラフの拡大と九州地方の地殻変動. 地震第2輯, **37**, 407-415.
- 多田 堯 (1985) : 沖縄トラフの拡大と九州地方の地殻変動 (2). 地震第2輯, **38**, 1-12.
- Takayama, H. and Yoshida, A. (2007) : Crustal deformation in Kyushu driven from GEONET data. *Jour. Geophys. Res.*, **112**, doi:10.1029/2006JB004690.
- 武村雅之 (1990) : 日本列島及びその周辺地域に起こる浅発地震のマグニチュードと地震モーメントの関係. 地震第2輯, **43**, 257-265.
- 鶴川元雄・石田瑞穂・松村正三・笠原敬司 (1984) : 関東・東海地域地震観測網による震源決定法について. 国立防災科学技術センター研究速報, **53**, 1-88.
- 宇佐美龍夫 (2003) : 「最新版 日本被害地震総覧[416]-2001」. 東京大学出版会, 605p.
- 宇都浩三・坂口圭一・内海 茂 (1997) : 鹿児島県北薩火山地域の新第三紀火山活動史と火山構造性地溝の形成. 京都大学防災研究所集会 (9S-4) 「古地磁気学的手法を用いた火山活動の復元」, 85-95.
- 宇津徳治 (1990) : 世界の被害地震の表 (古代から1989年まで). 宇津徳治, 東京, 243 p.
- Utsu, T. (2002) : A list of deadly earthquakes in the World: 1500-2000, in *International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology Part A*, edited by Lee, W.K., Kanamori, H., Jennings, P.C. and Kisslinger, C., Academic Press, San Diego, pp.691-717.
- 宇津徳治 (2004) : 世界の被害地震の表 (古代から2002年まで), 宇津徳治先生を偲ぶ会, 東京, 電子ファイル最終版. 改定・更新版 : <http://iisee.kenken.go.jp/utsu/index.html>.
- Wallace, L.M., Ellis, S., Miyao, K., Miura, S., Beavan, J. and Goto, J. (2009) : Enigmatic, highly active left-lateral shear zone in southwest Japan explained by aseismic ridge collision. *Geology*, **37**, 143-146.
- 渡辺満久 (1989) : 九州北部において新たに見いだされた活断層—小倉東断層—. 活断層研究, **7**, 93-97.
- 渡部 豪・田部井隆雄 (2004), 南西諸島のGPS速度場とサイスマテクトニクス. 地震第2輯, **57**, 1-10.
- Yamamoto, A., Shichi, R. and Kudo, T. (2011) : Gravity database of Japan (CD-ROM). Special Publication, No.1, Earth Watch Safety Net Research Center, Chubu University.
- 矢部長克 (1925) : リヒトフォーヘン氏の長崎三角地帯. 地質学雑誌, **32**, 201-209.
- 吉岡敏和・粟田泰夫・下川浩一・杉山雄一・伏島祐一郎 (2005) : 全国主要活断層活動確率地図及び説明書. 構造図14, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 127p.

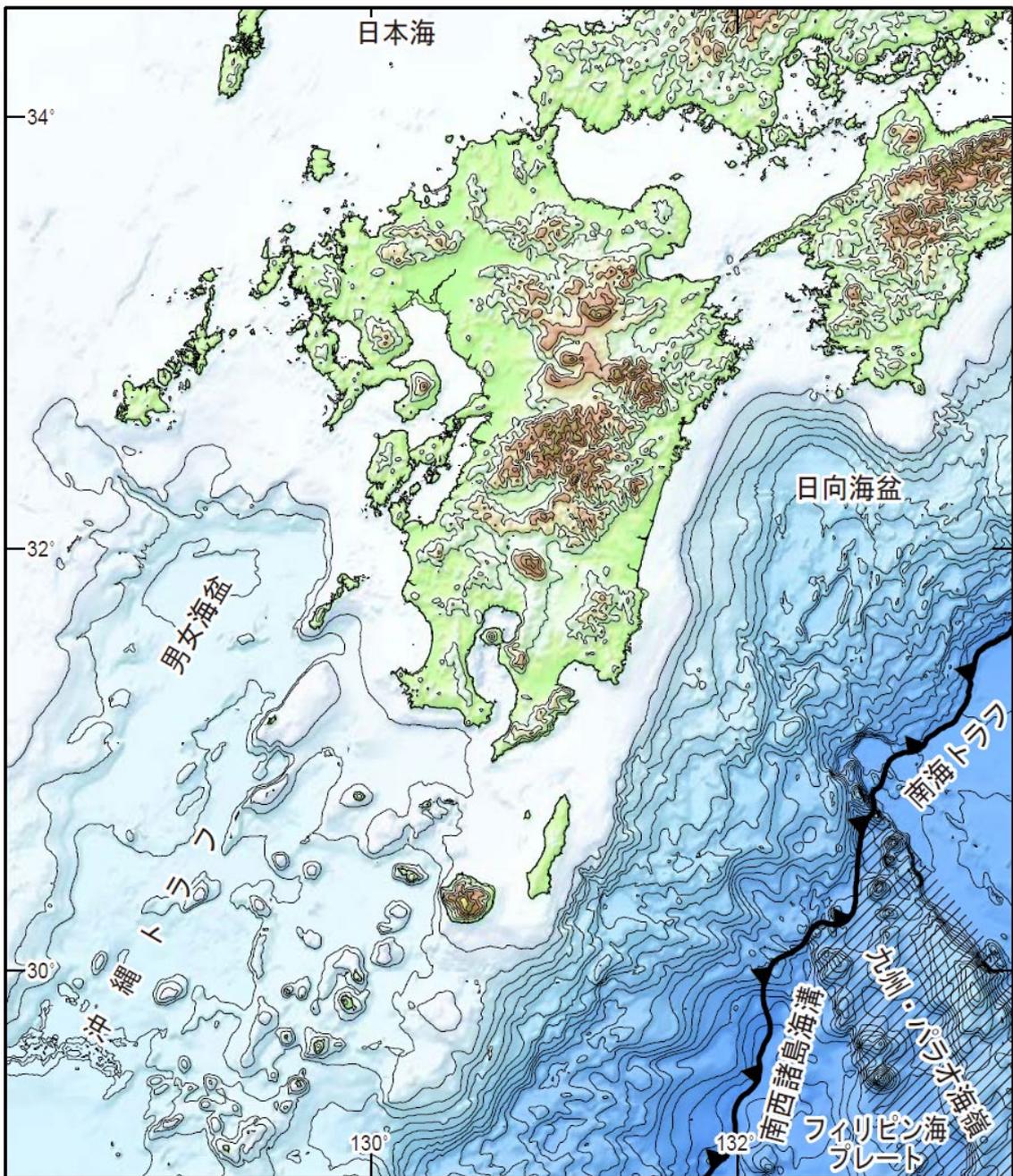


図3-1 九州および周辺海域の地形(等高線・等深線間隔は250 m)

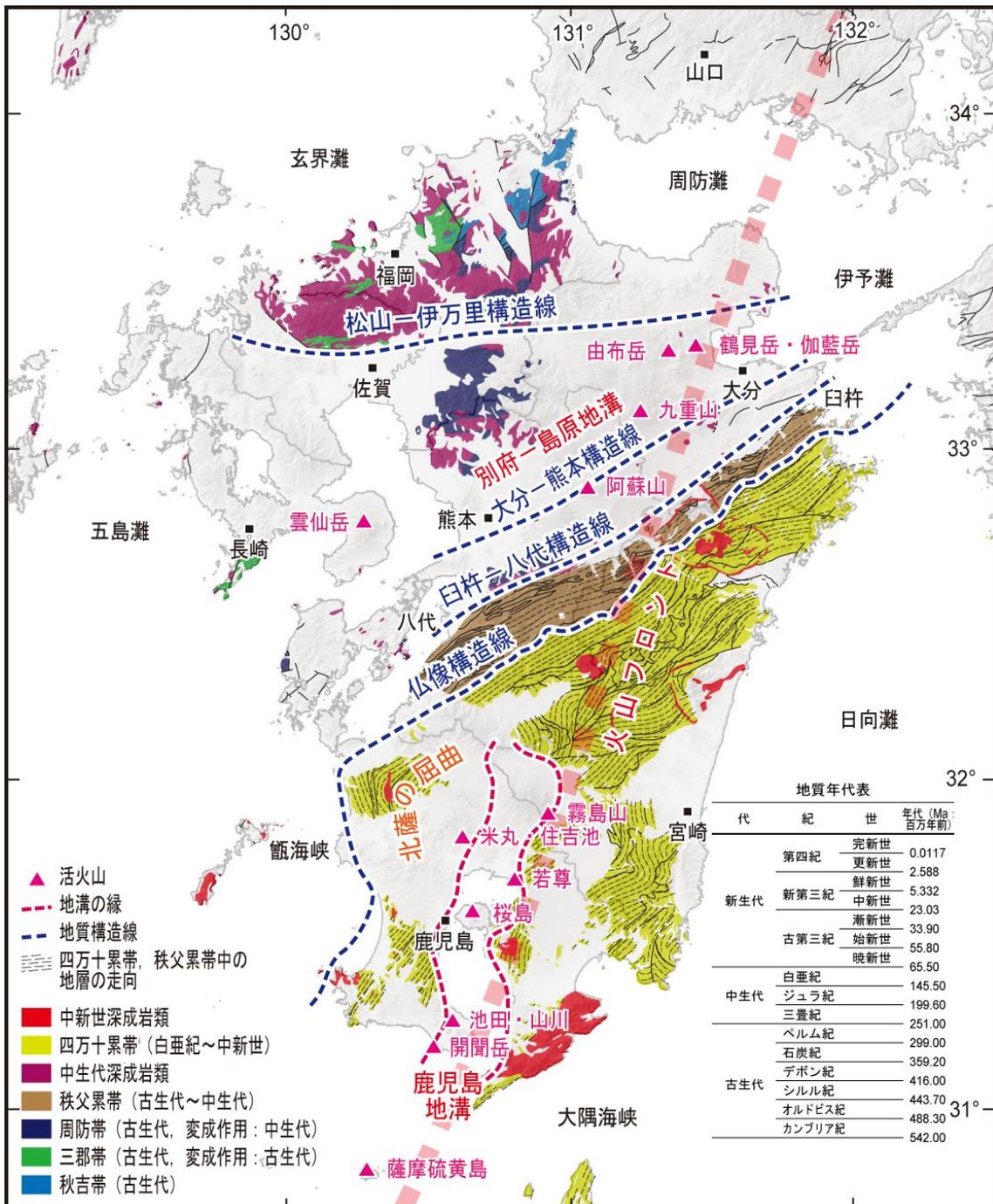


図3-2 九州の地質構造の概略と活火山の分布

地質構造は、Richthofen (1903)、地質調査所(1992)及び産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2003)をもとに地震調査研究推進本部長期評価部会活断層分科会により編集。活火山の分布と火山フロントの位置は、産業技術総合研究所活火山データベース (<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db099/index.html>)に基づく。地質年代は、International Commission on Stratigraphy (2010) による。

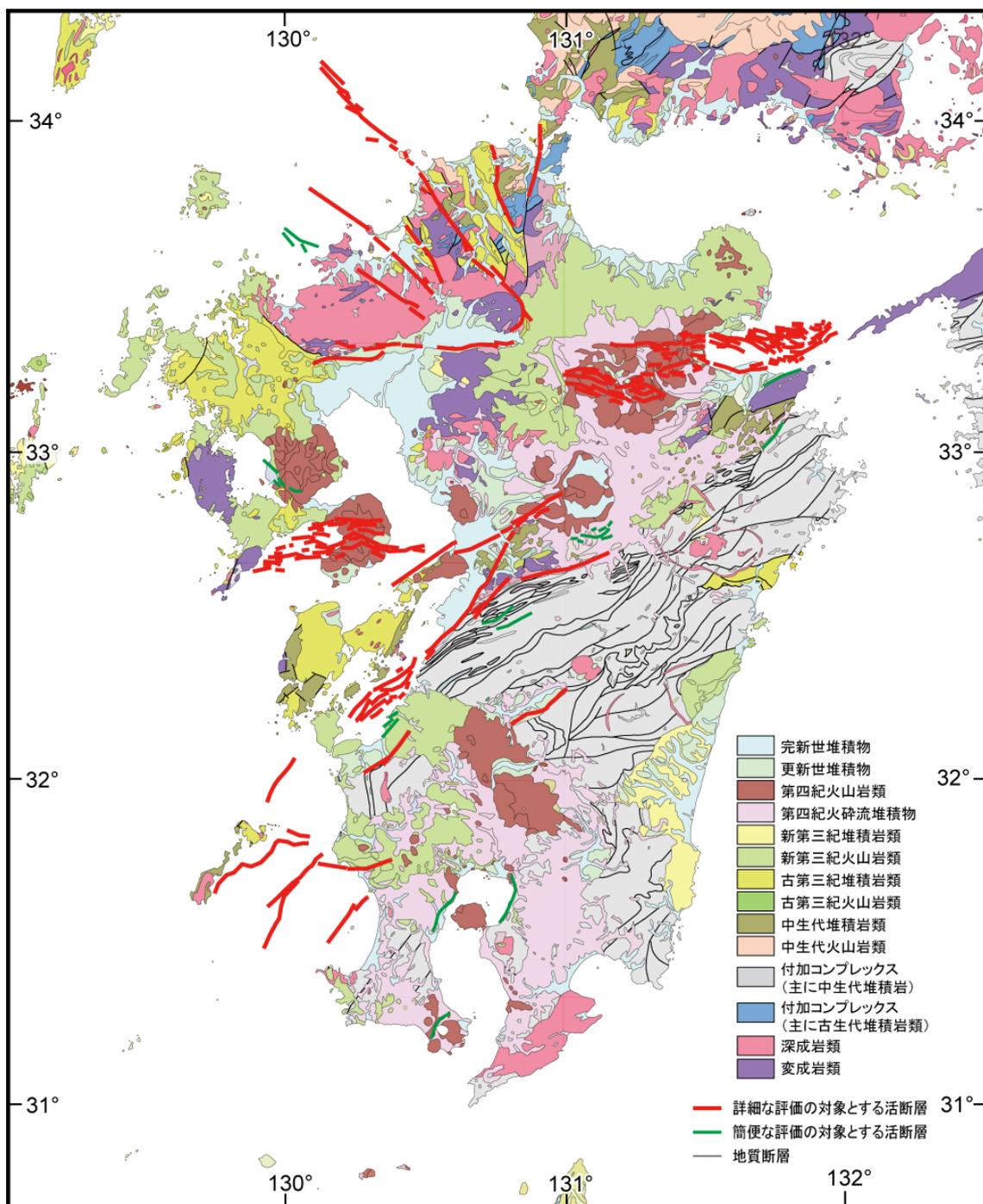


図4 九州地域の地質図と評価の対象とする活断層(地質図は産業技術総合研究所地質調査総合センター編, 2003を簡略化)

Bouguer Anomaly

Gridding: 0.1 min. mesh. Assumed density: 2.67. Band-pass param.: 100000/100000/-/- (m).

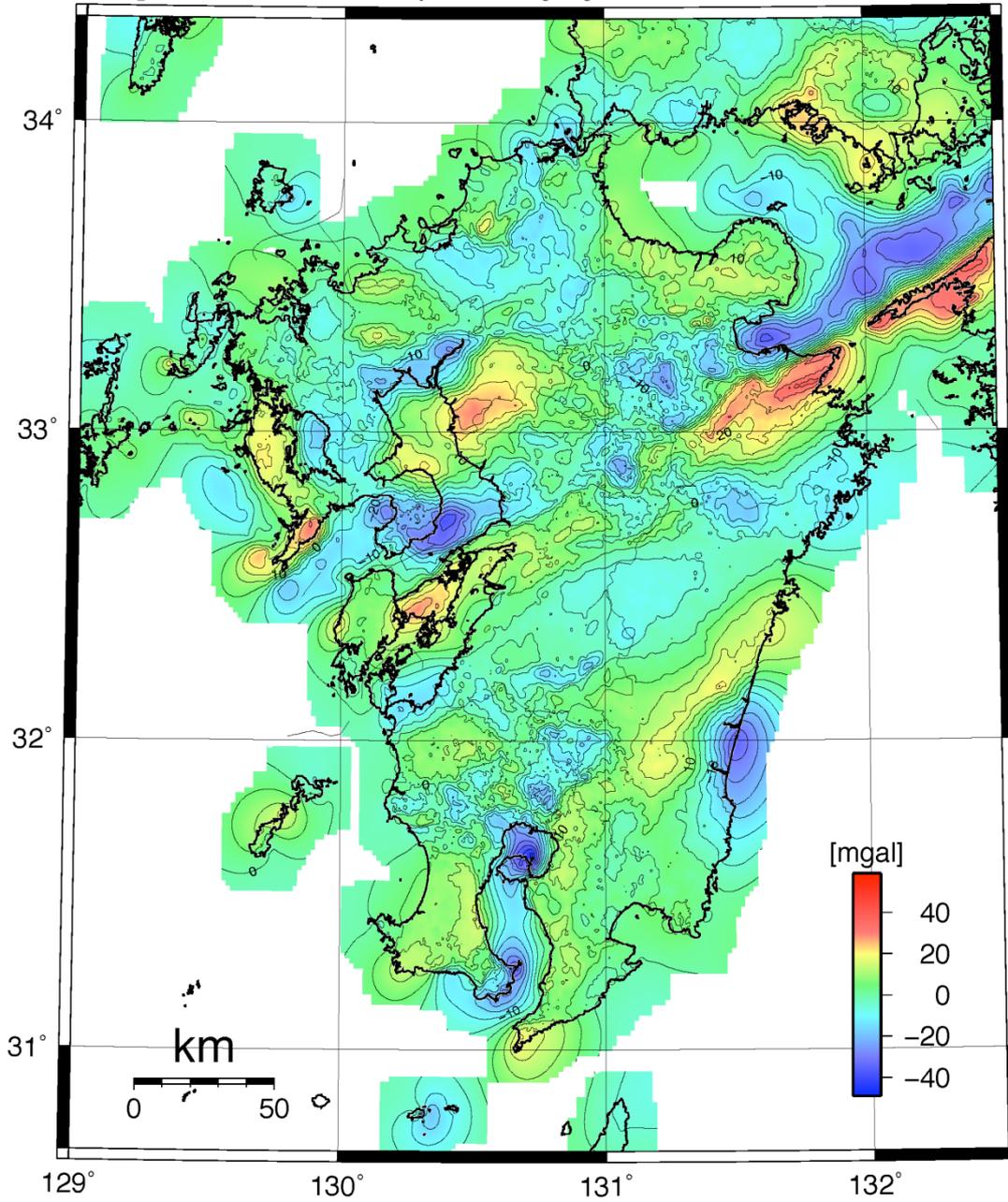


図5-1 九州地域(評価対象地域全体)の短波長(<100 km)重力異常図
(Yamamoto et al. (2011)に基づき、中部大学工藤 健教授作成)

Bouguer Anomaly

Gridding: 0.1 min. mesh. Assumed density: 2.67. Band-pass param.: 100000/100000/-/- (m).

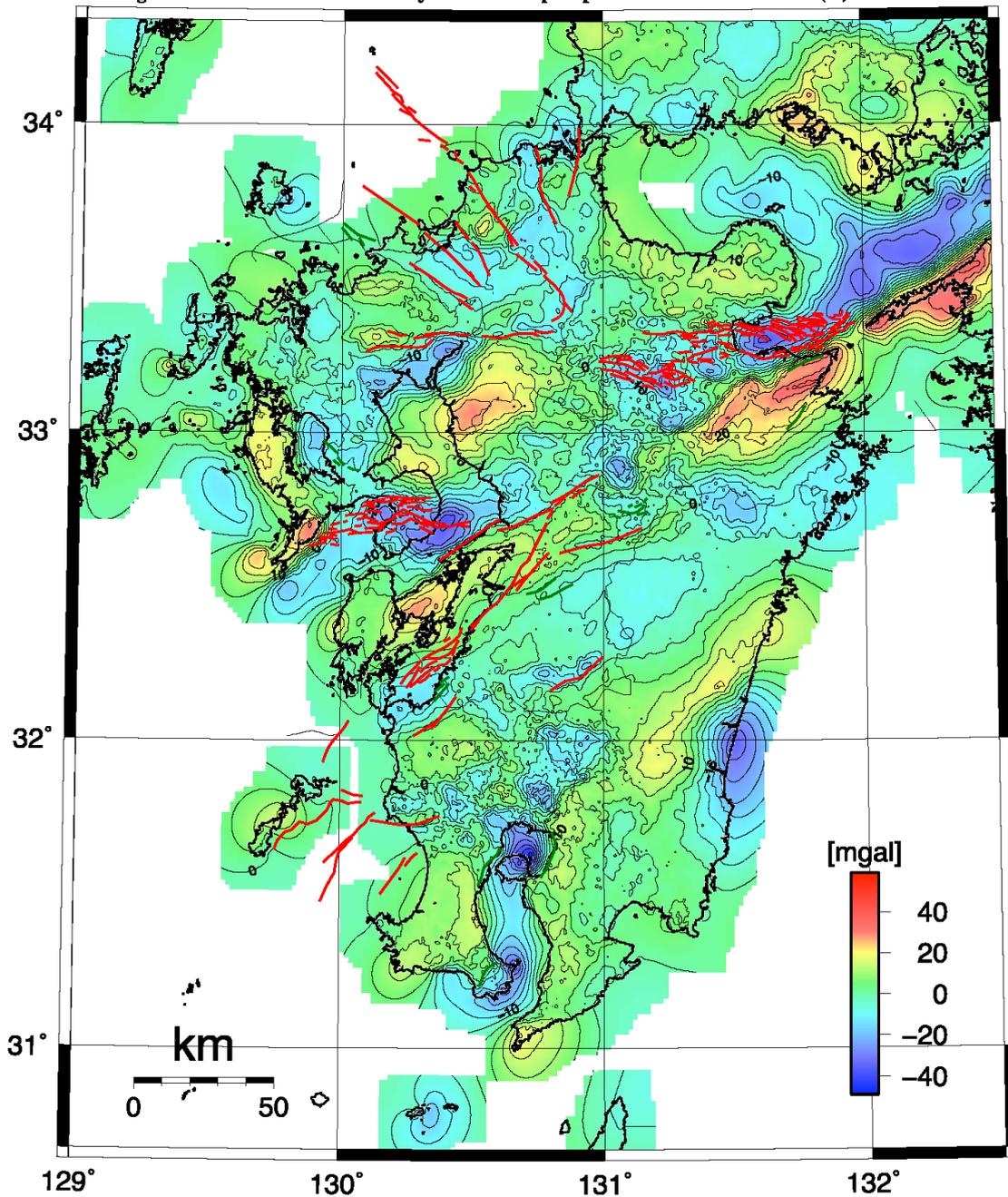


図5-2 九州地域(評価対象地域全体)の短波長(<100 km)重力異常図に評価対象とした活断層を表示したもの

Bouguer Anomaly Horizontal Gradient Distribution

Gridding: 0.1 min. mesh. Assumed density: 2.67. Band-pass param.: 100000/100000/-/- (m).

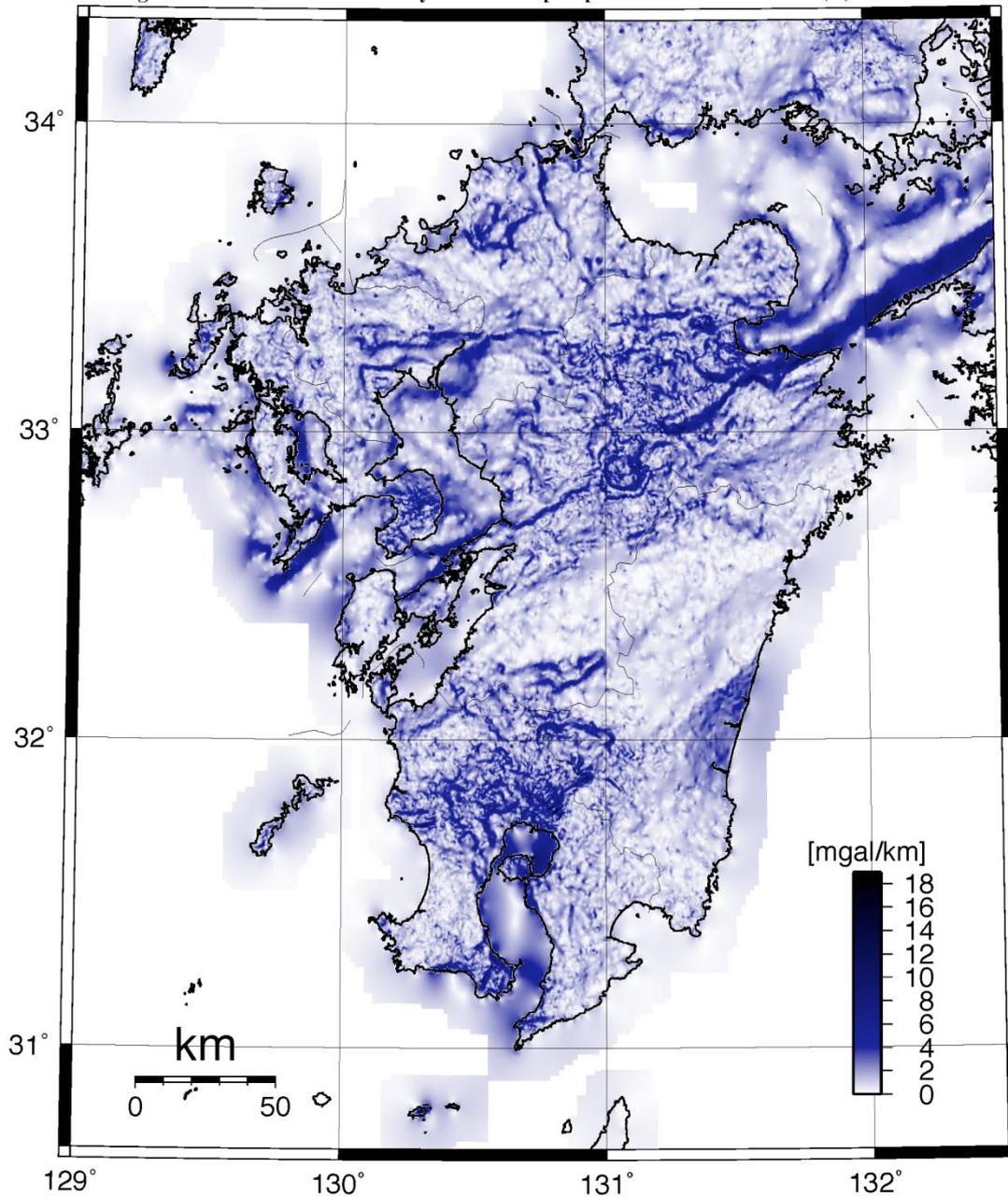


図6-1 九州地域(評価対象地域全体)の短波長(<100 km)重力異常図(勾配)
(Yamamoto et al. (2011)に基づき、中部大学工藤 健教授作成)

Bouguer Anomaly Horizontal Gradient Distribution

Gridding: 0.1 min. mesh. Assumed density: 2.67. Band-pass param.: 100000/100000/-/- (m).

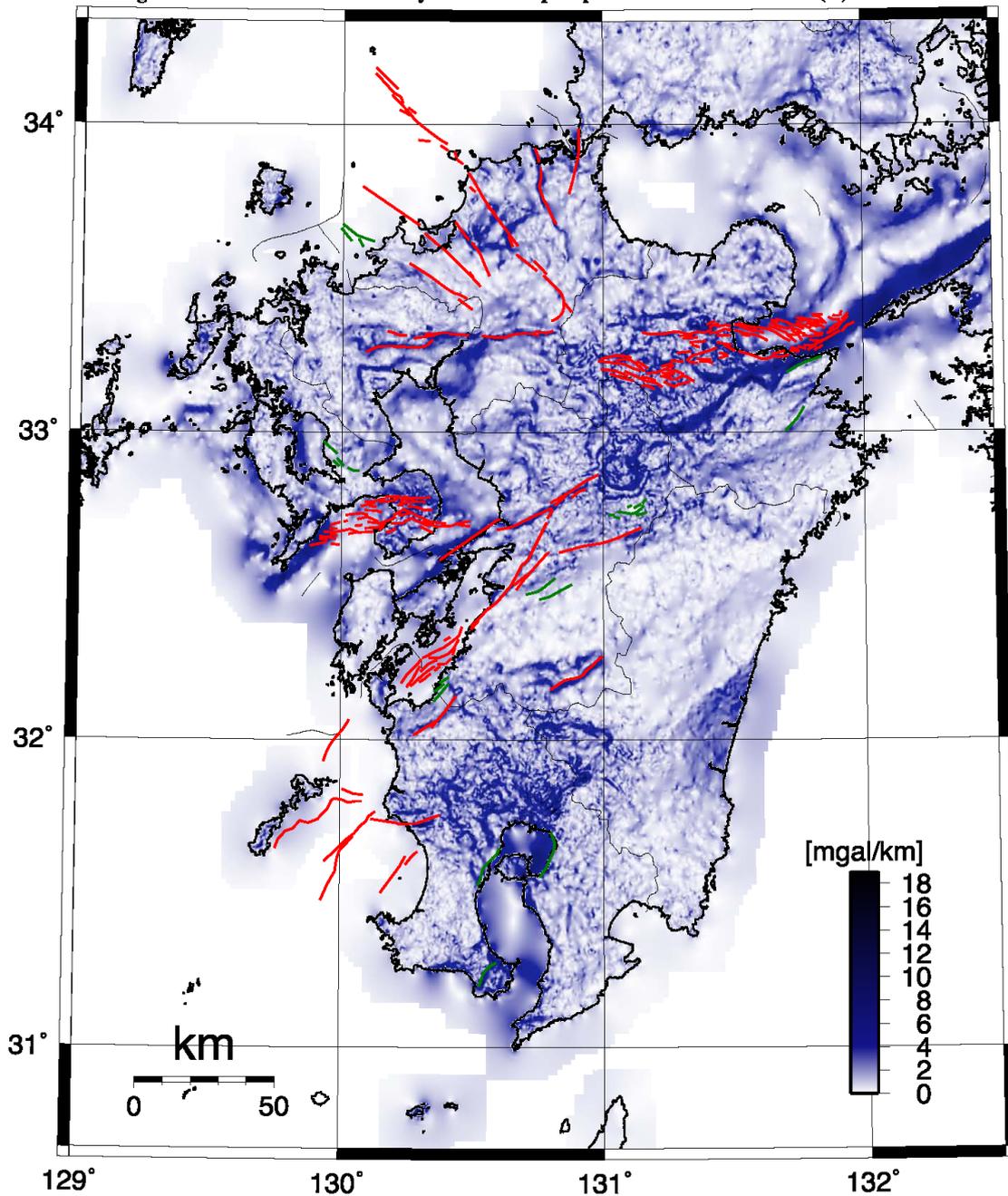
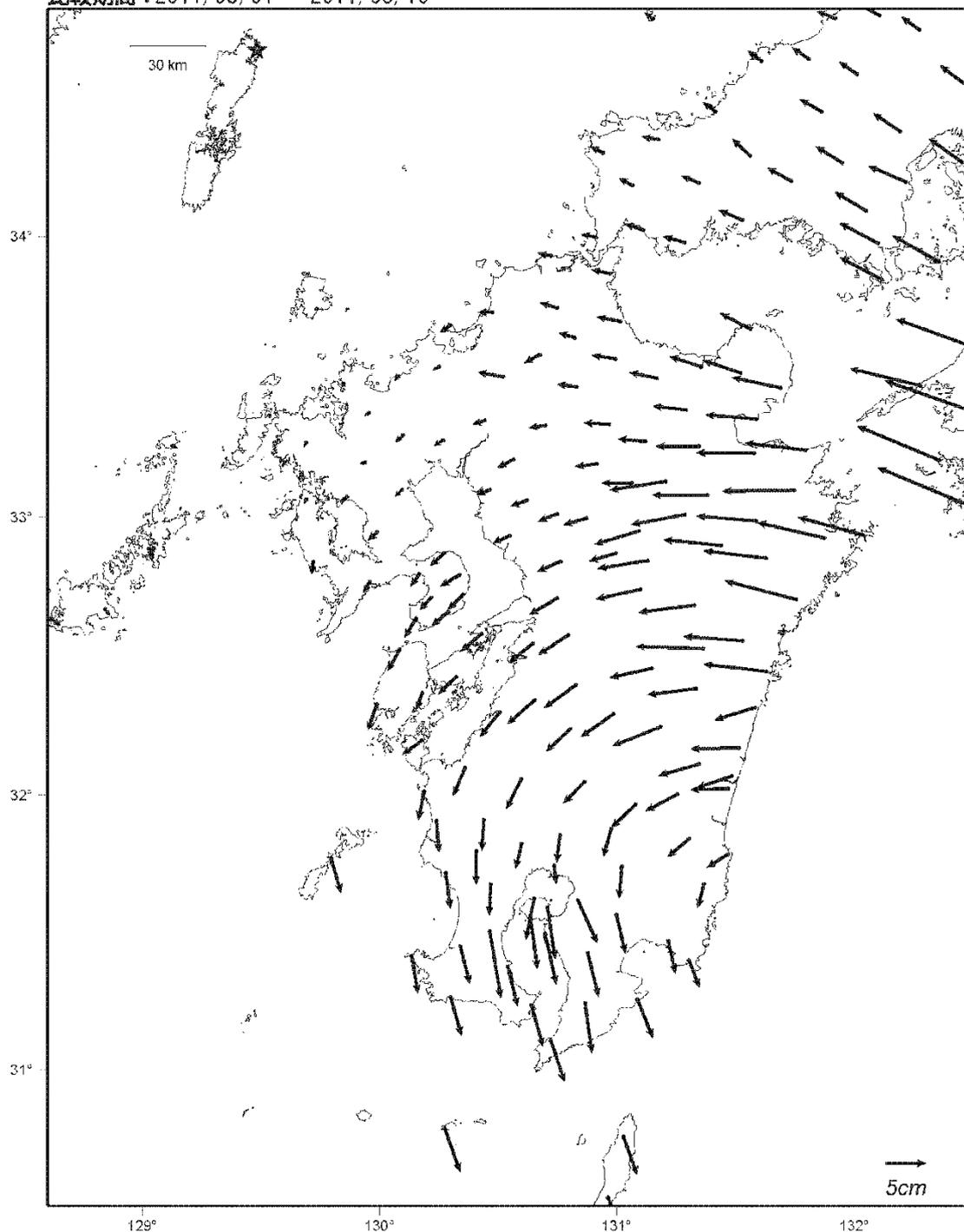


図6-2 九州地域(評価対象地域全体)の短波長(<100 km)重力異常図(勾配)に
評価対象の活断層を表示したもの

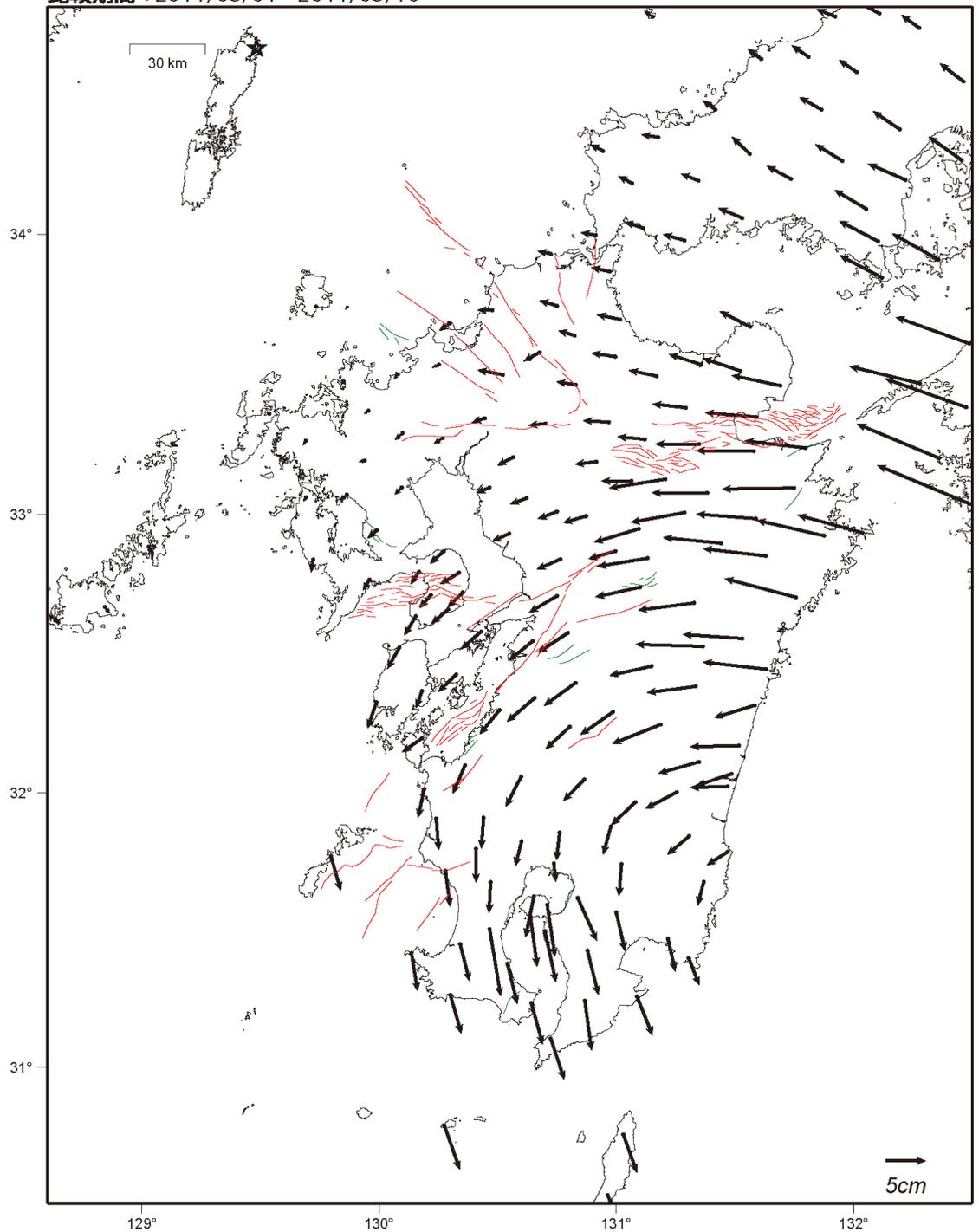
基準期間：2006/03/01 - 2006/03/10
比較期間：2011/03/01 - 2011/03/10



☆固定局：上対馬(950456)

図7-1-1 GNSS連続観測による九州周辺の水平地殻変動速度分布(国土地理院作成)
2006年3月から2011年3月までの観測結果から求められた平均的な変位速度を示す。上対馬観測点に対する相対的な水平変位速度を表している。スケールは1cm/年。

基準期間：2006/03/01 - 2006/03/10
比較期間：2011/03/01 - 2011/03/10



☆固定局：上対馬(950456)

図7-1-2 GNSS連続観測による九州周辺の水平地殻変動速度分布に
評価対象の活断層を表示したもの

基準期間：2006/03/01 - 2006/03/10
比較期間：2011/03/01 - 2011/03/10

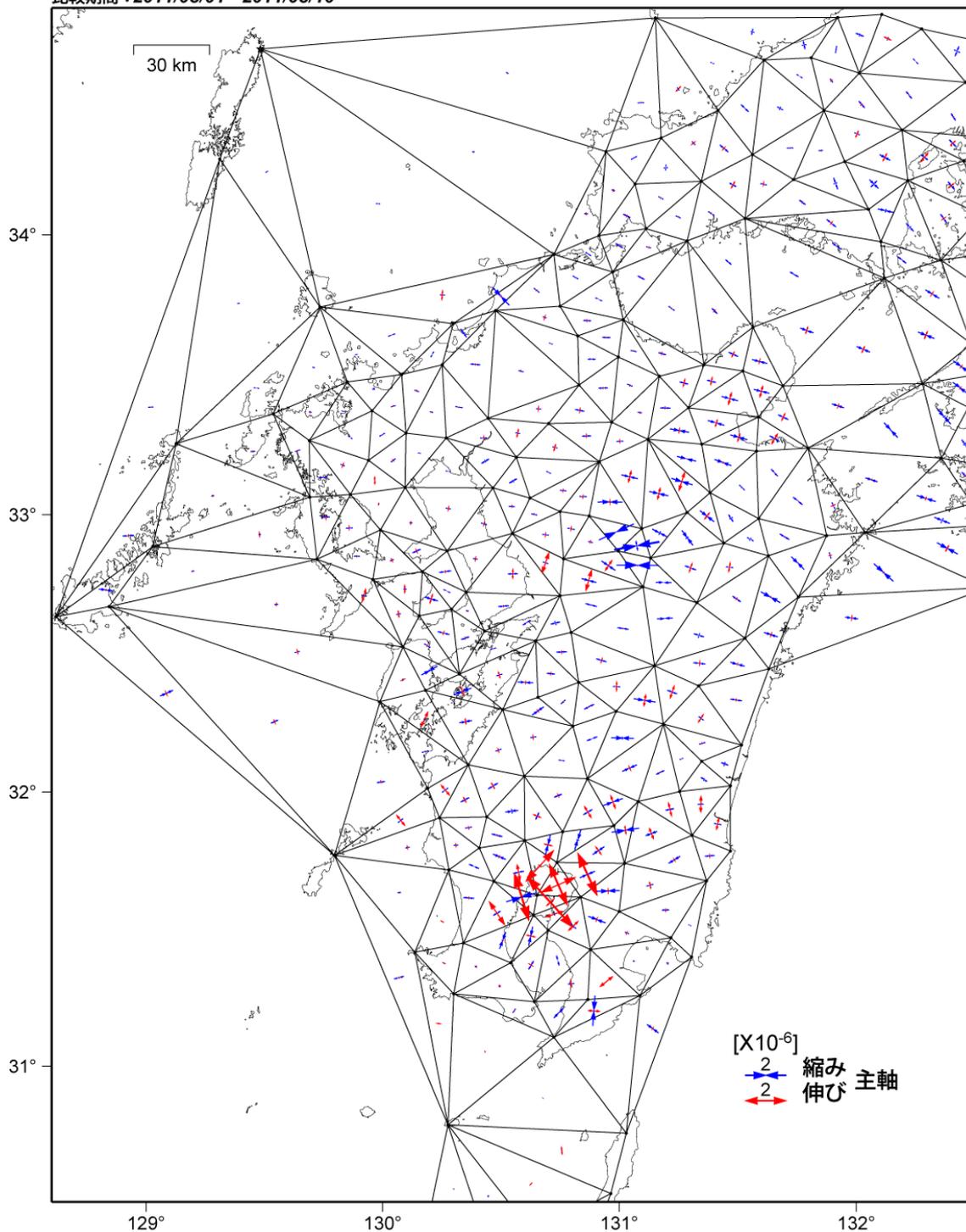


図7-2-1 GNSS連続観測による九州周辺の水平ひずみ速度分布(国土地理院作成)
2006年3月から2011年3月までの観測結果から求められた平均的なひずみ速度を示す。スケールは 0.4×10^{-6} /年。

基準期間：2006/03/01 - 2006/03/10
比較期間：2011/03/01 - 2011/03/10

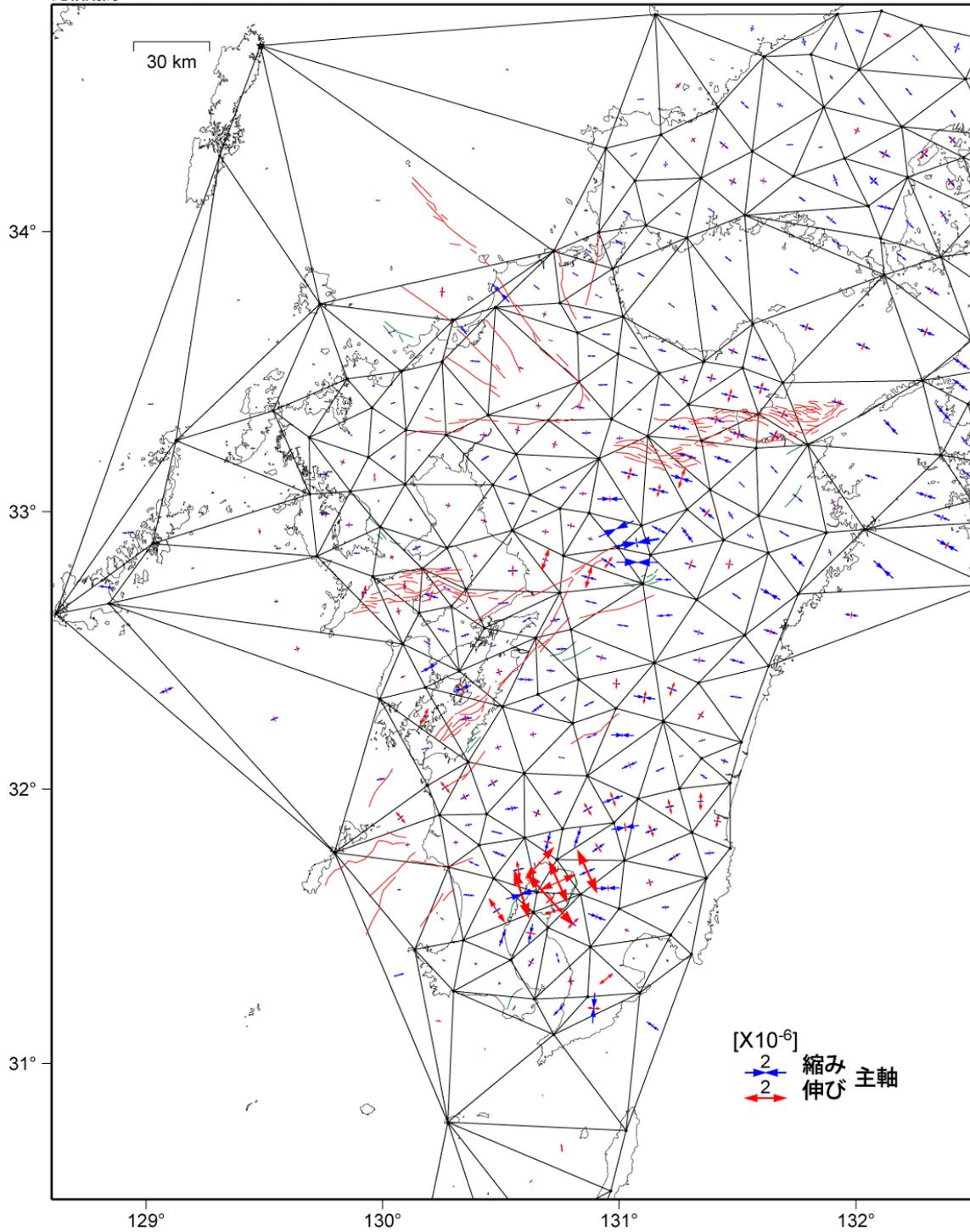


図7-2-2 GNSS連続観測による九州周辺の水平ひずみ速度分布に
評価対象の活断層を表示したもの

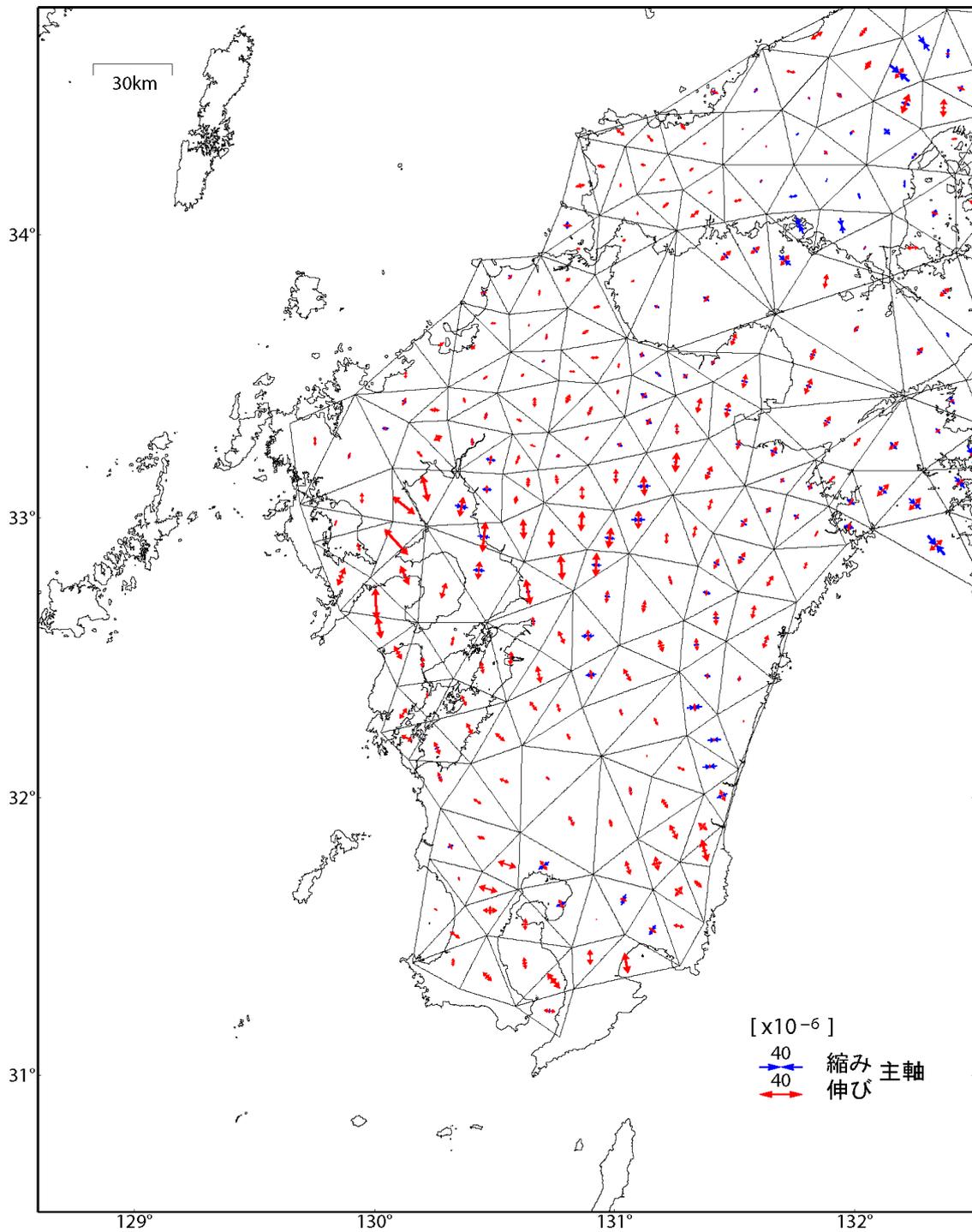


図7-3-1 約100年間(1883年~1994年)の測地観測による九州周辺の
水平ひずみ分布(国土地理院作成)

スケールは 40×10^{-6} 。年間あたりのひずみ速度に換算すると、図7-2のスケール($0.4 \times 10^{-6}/\text{年}$)とほぼ等しい。

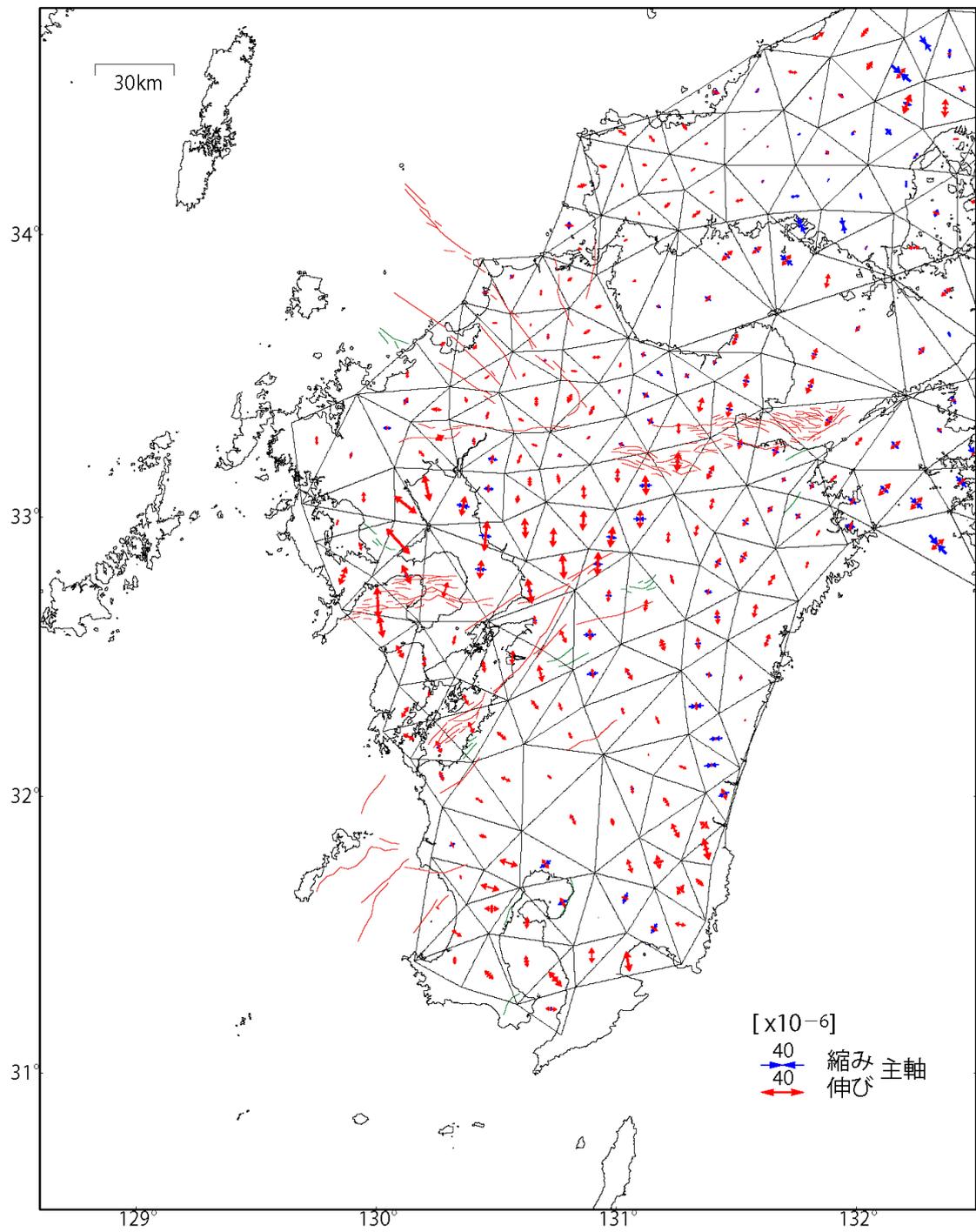
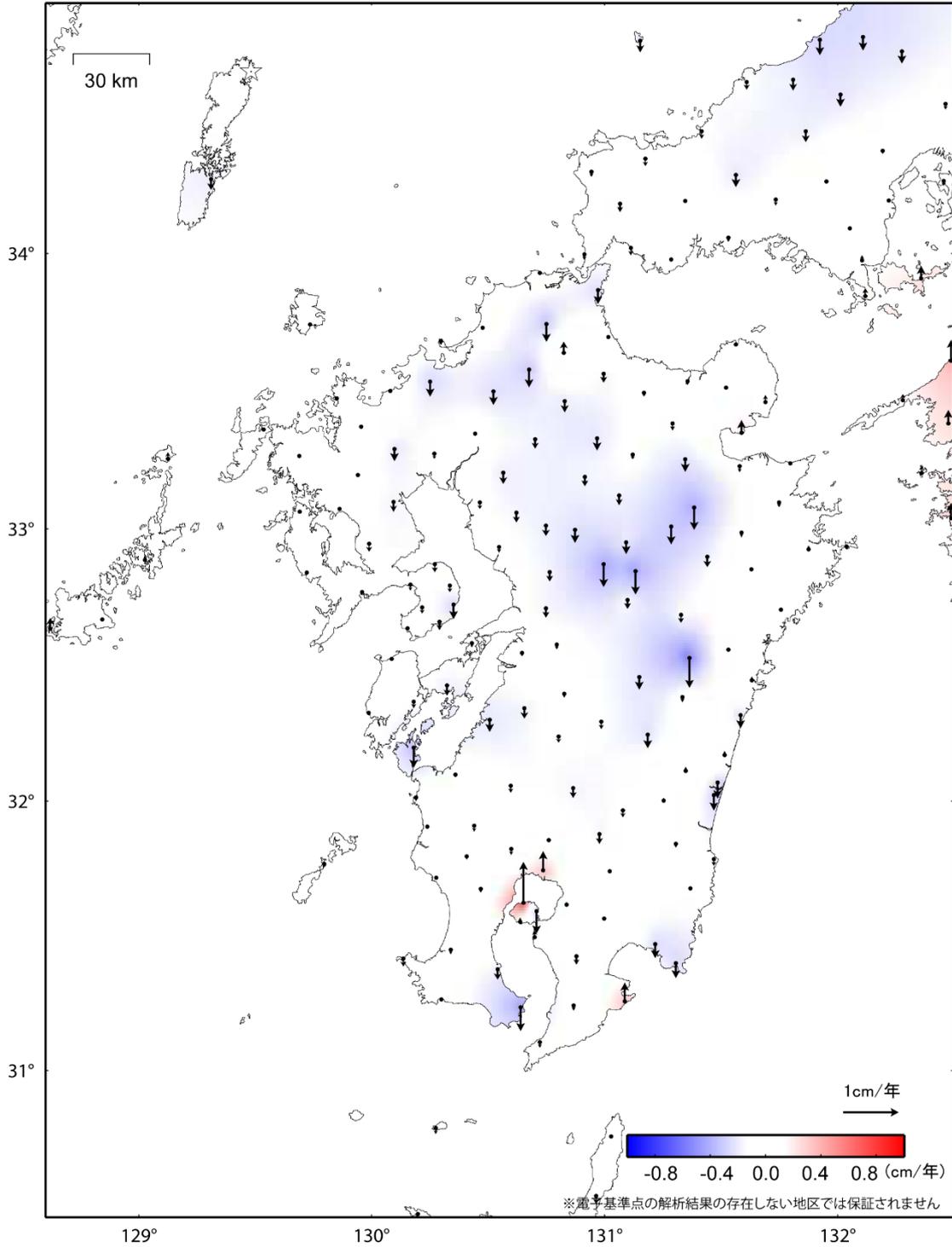


図7-3-2 約100年間(1883年~1994年)の測地観測による九州周辺の水平ひずみ分布に評価対象の活断層を表示したもの

基準期間 : 2006/03/01 -- 2006/03/10 [F 3 : 最終解]
 比較期間 : 2011/03/01 -- 2011/03/10 [F 3 : 最終解]

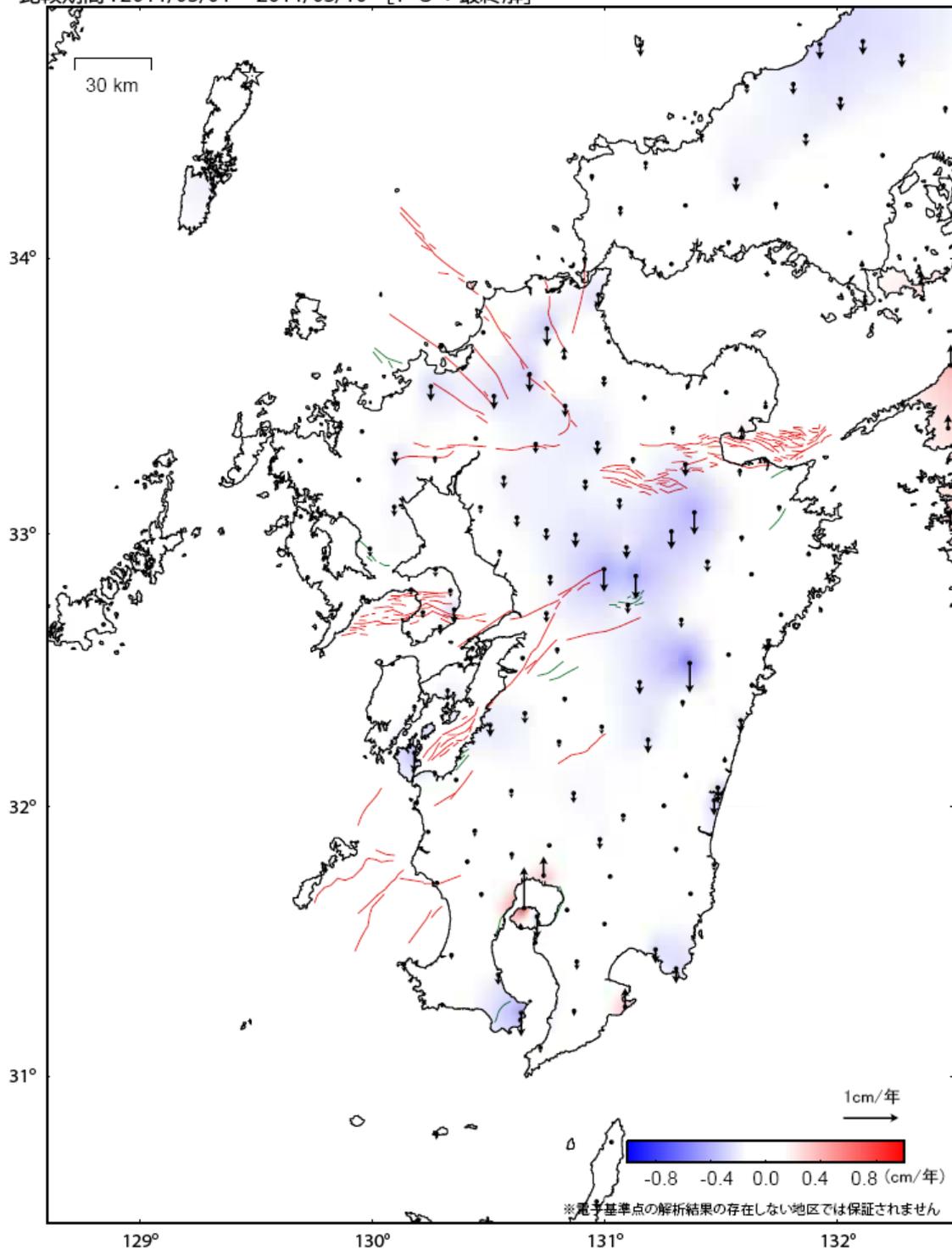


☆ 固定局 : 上対馬 (9 5 0 4 5 6)

図7-4-1 GNSS連続観測による九州周辺の上下変動速度分布(国土地理院作成)
 2006年3月から2011年3月までの観測結果から求められた平均的な変位速度を示す。上対馬観測点に対する相対的な上下変位速度を表している。スケールは1cm/年。

基準期間：2006/03/01 - 2006/03/10 [F 3：最終解]

比較期間：2011/03/01 - 2011/03/10 [F 3：最終解]



☆ 固定局：上対馬 (950456)

図7-4-2 GNSS連続観測による九州周辺の上下変動速度分布に
評価対象の活断層を表示したもの

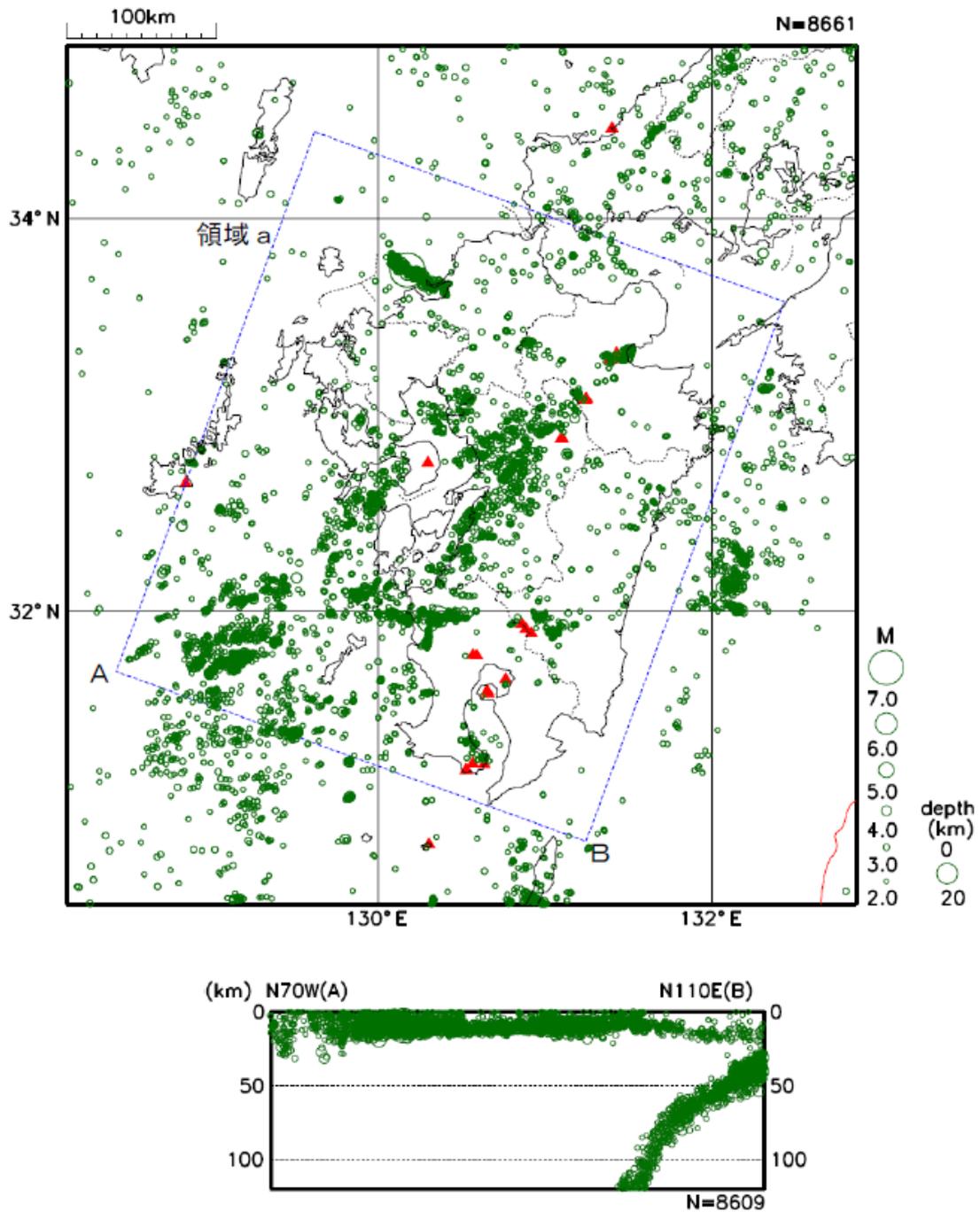


図8-1 九州地域の地震活動の震央分布図(深さ20 km以浅)と領域a内の断面図(深さ0-120 km、A-B面投影)(気象庁作成)
 1997年10月1日-2010年12月31日、 $M \geq 2.0$ 。ただし、期間外の鹿児島県薩摩地方で発生した1997年3月26日の地震($M6.6$)及び同年5月13日の地震($M6.4$)の震央位置も示している(注11)。▲は活火山。

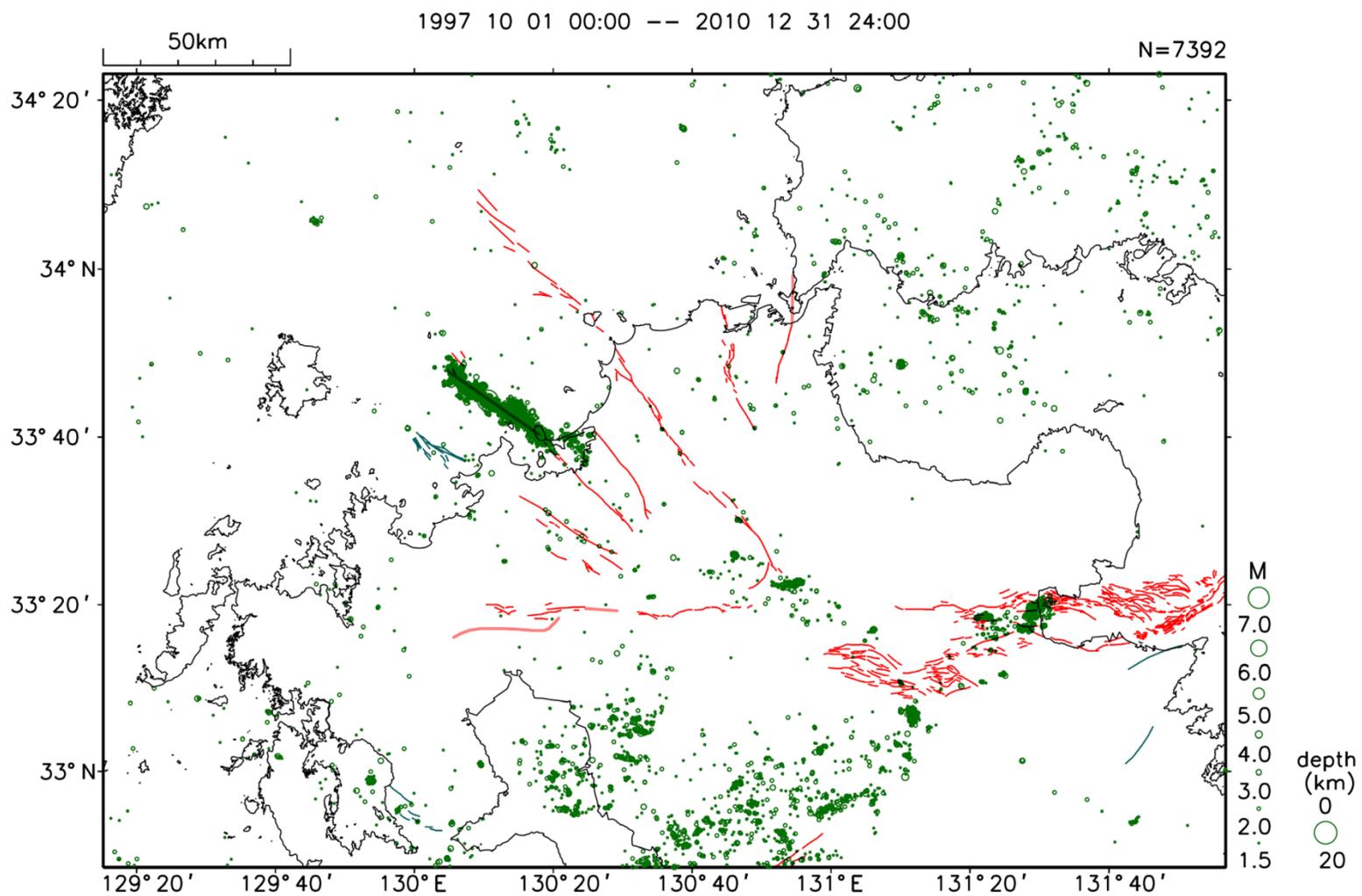


図8-2 九州北部の地震活動の震央分布図(深さ20 km以浅)
 図2に示した活断層の分布も示した。

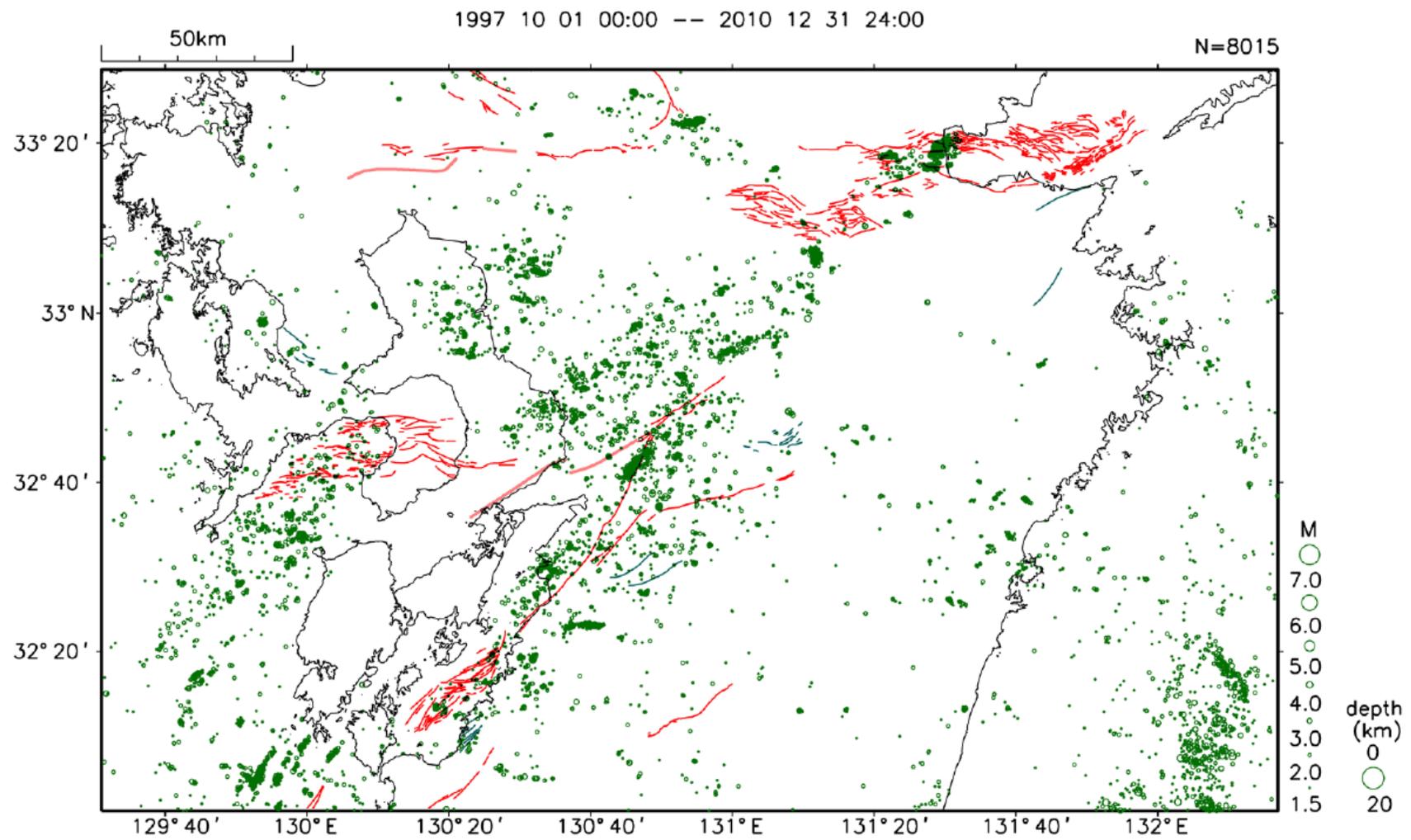


図8-3 九州中部の地震活動の震央分布図(深さ20 km以浅)
 図2に示した活断層の分布も示した。

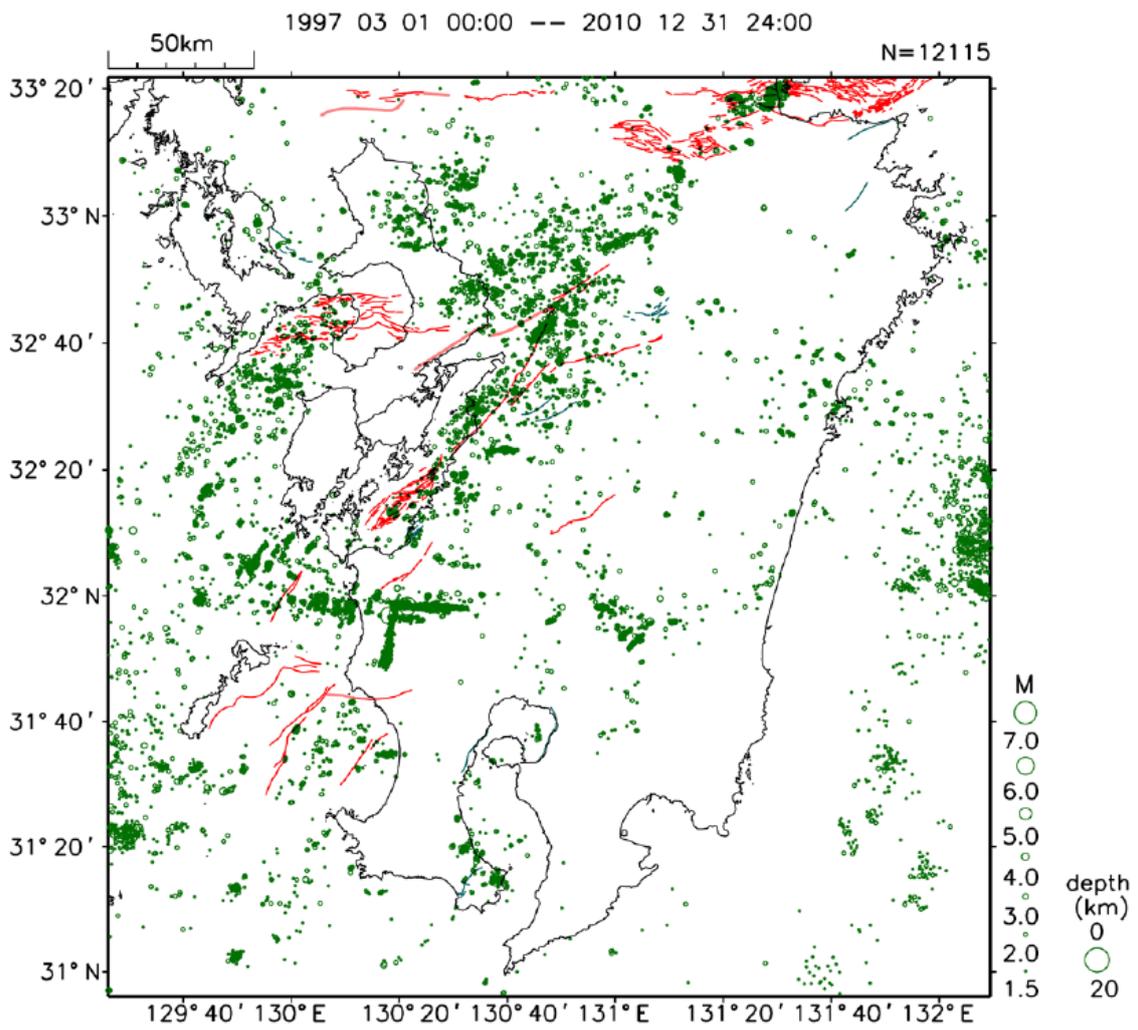


図8-4 九州南部の地震活動の震央分布図(深さ20 km以浅)
 図2に示した活断層の分布も示した。

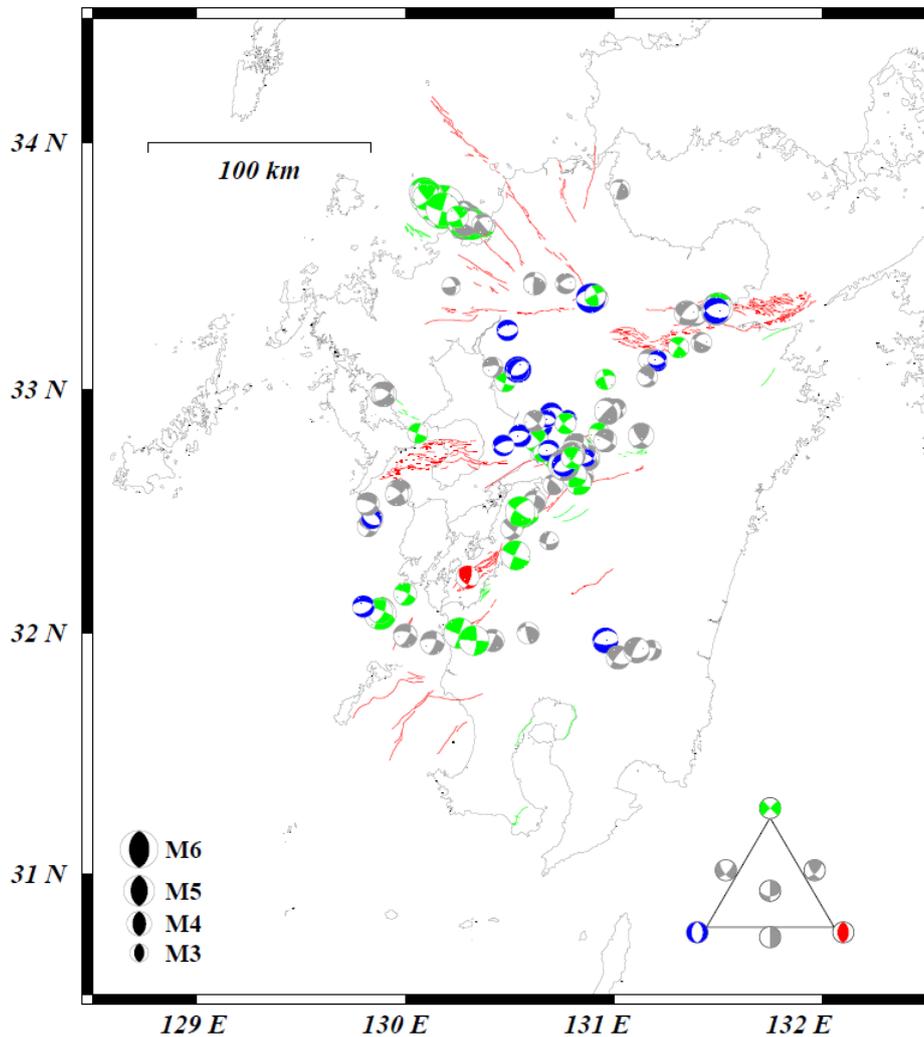


図9-1 九州地域で発生した陸域の浅い地震の発震機構(気象庁の一元化データに基づき防災科学技術研究所作成)

1997年10月1日-2000年12月31日、深さ0-20 km、 $M \geq 3.0$ 。図8-1の波線で囲んだ領域内の発震機構解のあるイベントに限る。

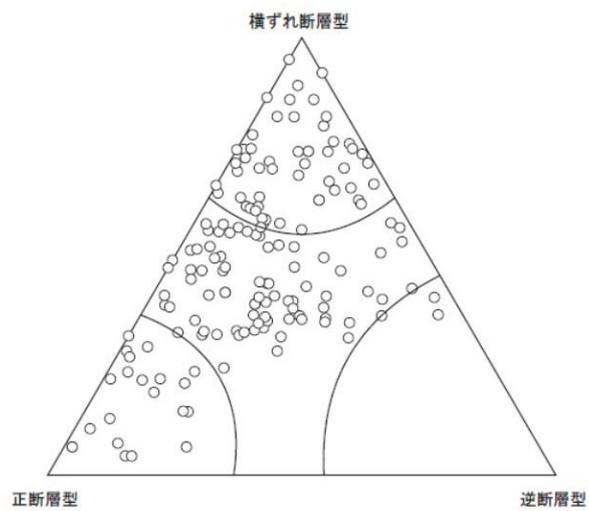


図9-2 図9-1の発震機構の分布(気象庁作成)

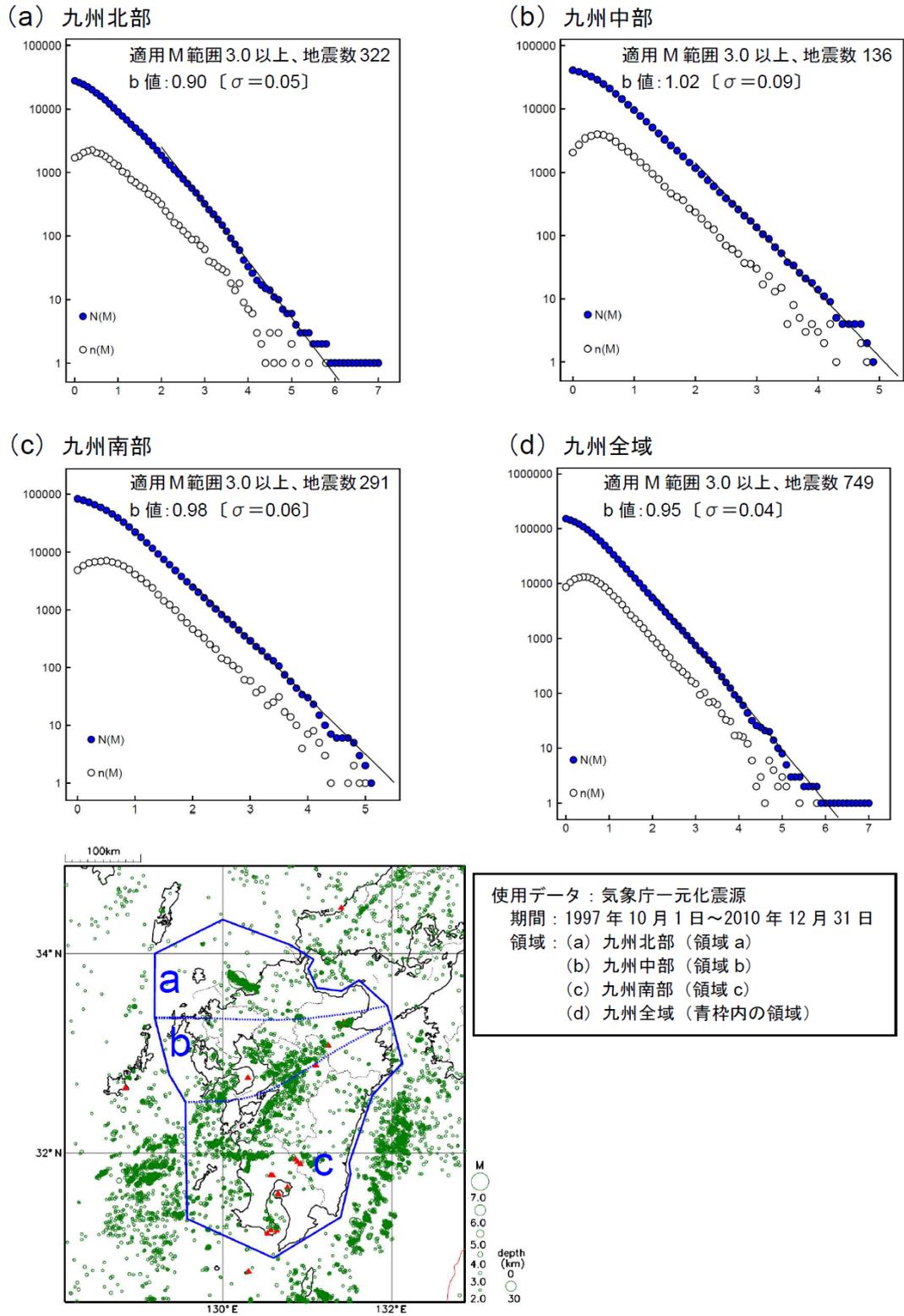


図10 1997年10月から2010年12月までの約13年間の九州地方における深さ30 km以浅の地震の規模(マグニチュード)と規模別度数の経験式(グーテンベルク・リヒターの関係式)の回帰の結果(気象庁資料)

a)九州北部 b)九州中部 c)九州南部 d)九州全域。

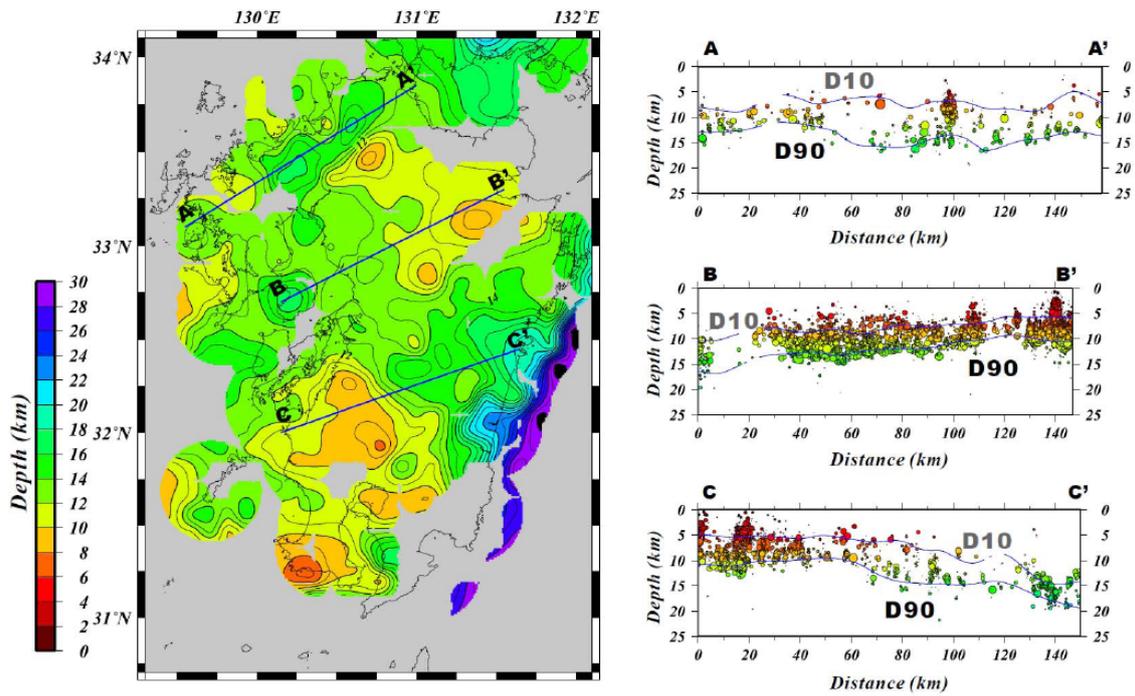


図11-1 九州地域の地震発生層の下限(D90)の分布(防災科学技術研究所作成)
速度構造は鶴川ほか(1984)の一次元速度構造に基づく。

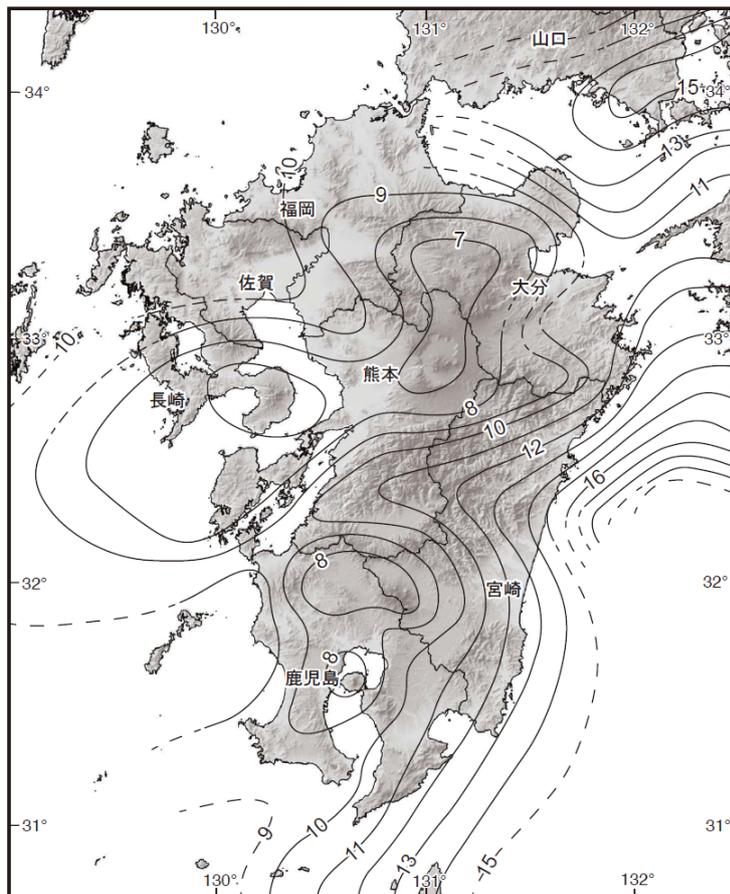


図11-2 九州地域の温度構造(キューリー一点深度分布:単位はkm)
(Okubo et al., 1985をもとに編集)

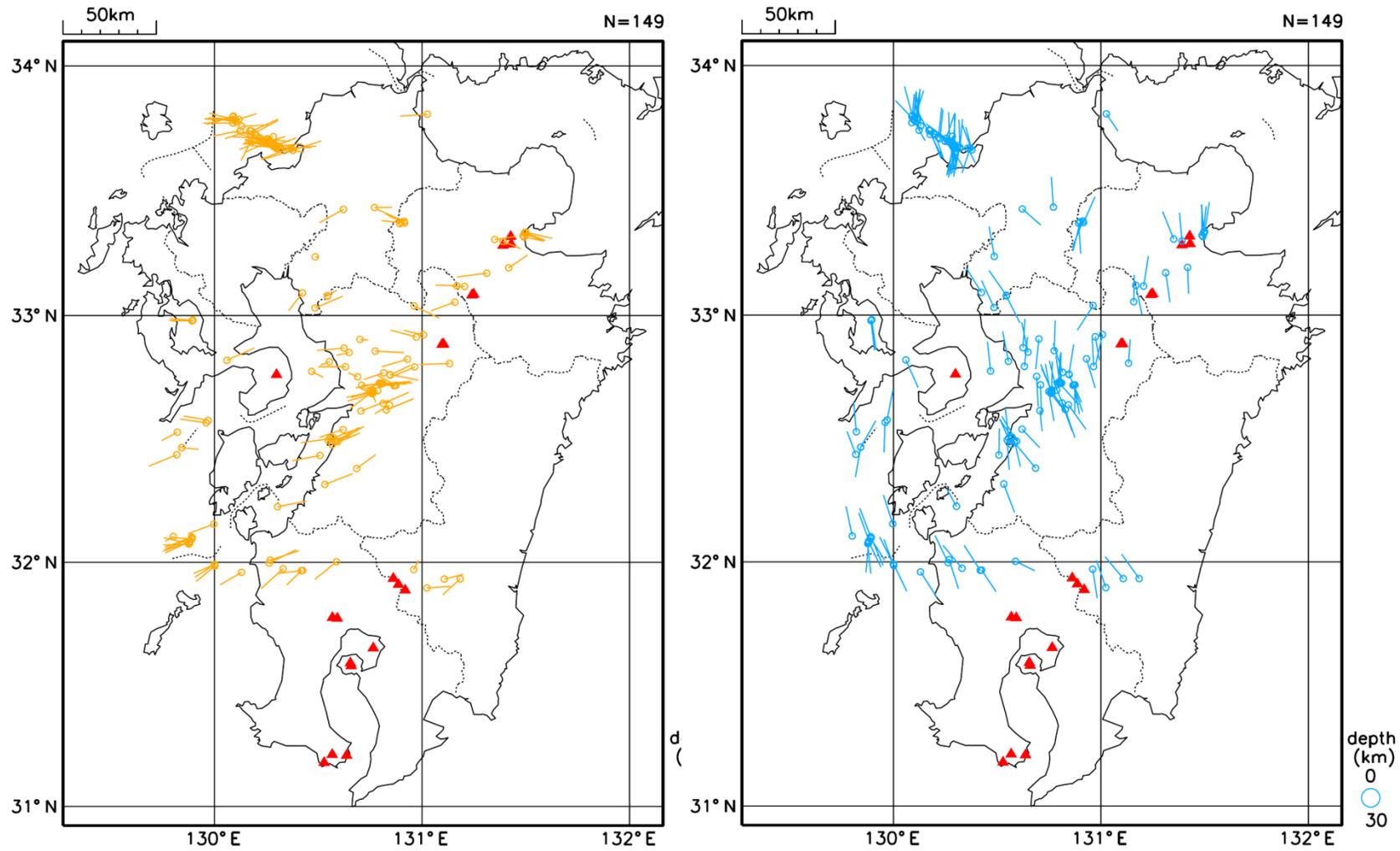


図12 図9-1で示した地震の発震機構の圧力軸(左)と張力軸(右)の分布(気象庁作成)
 1997年10月1日-2010年12月31日、深さ30 km以浅、 $M \geq 3.0$ 。▲は活火山。

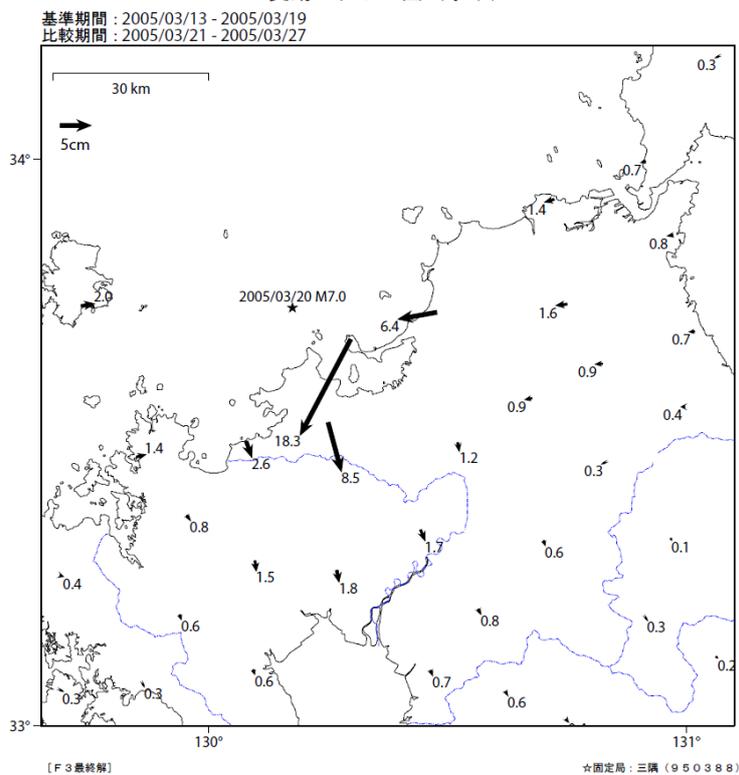
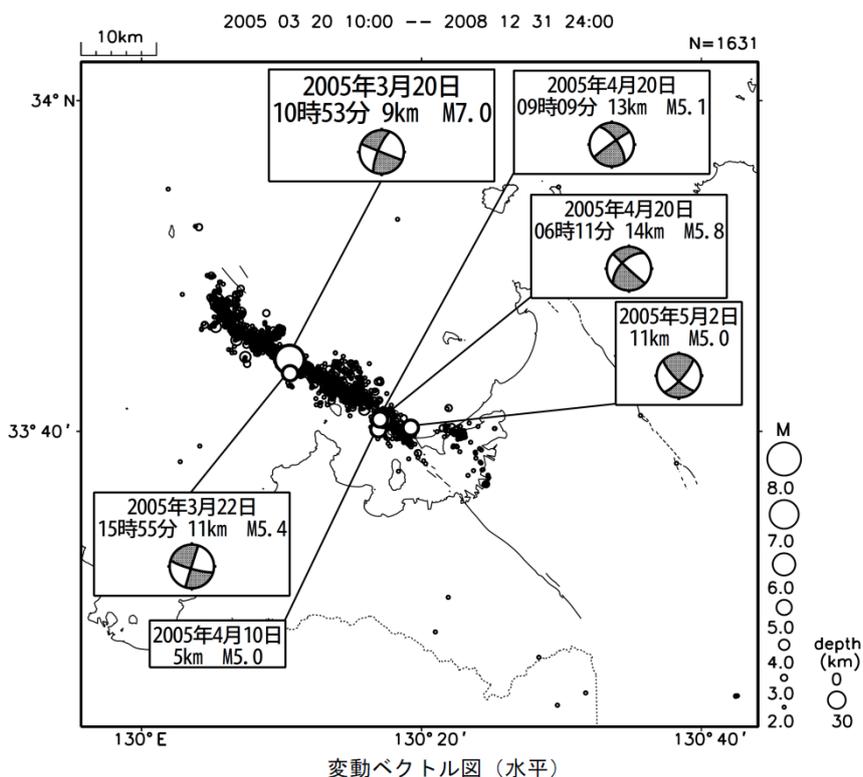


図13-1 2005年福岡県西方沖の地震

(上)2005年福岡県西方沖の地震とその余震の震央分布(気象庁作成)。2005年3月20日10時—2008年12月31日、深さ30 km以浅、 $M \geq 2.0$ 。

(下)2005年福岡県西方沖の地震で生じた地殻変動(水平方向)(国土地理院作成)。ベクトル横の数字は各観測点の変位量(単位:cm)。

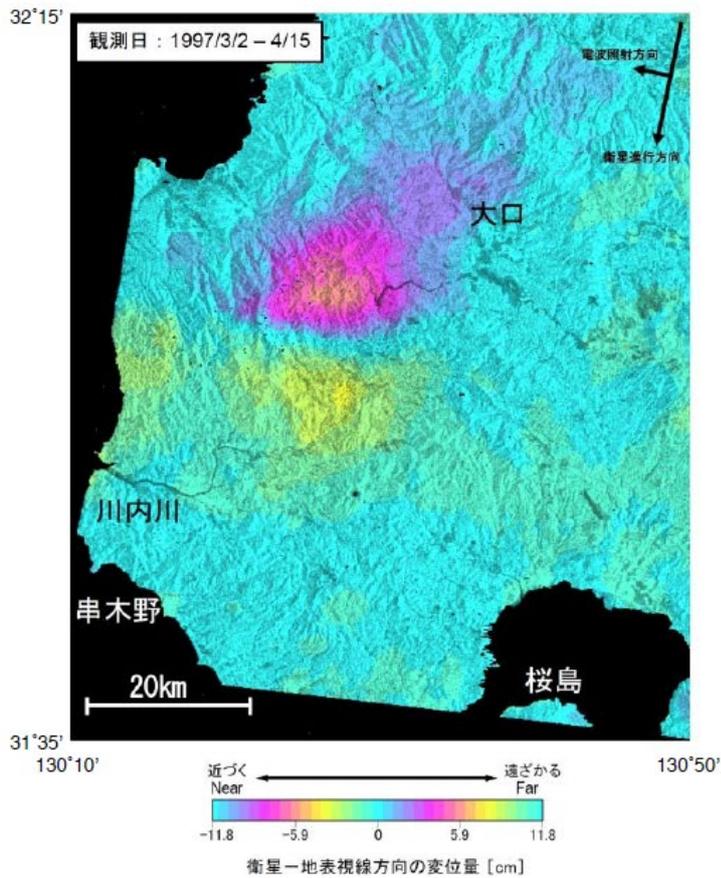
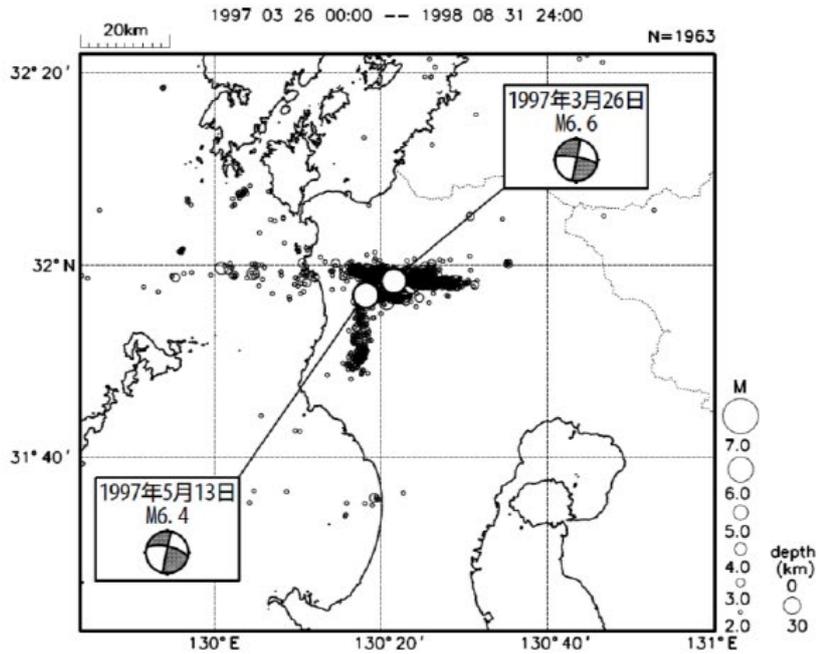


図13-2 1997年鹿児島県薩摩地方の地震

(上)1997年鹿児島県薩摩地方の地震とその余震の震央分布図(気象庁作成)。1997年3月26日-1998年8月31日、深さ30 km以浅、 $M \geq 2.0$ 。

(下)1997年3月26日の鹿児島県薩摩地方の地震で生じた地殻変動(JERS-1/SARデータの干渉解析結果(国土地理院作成))。

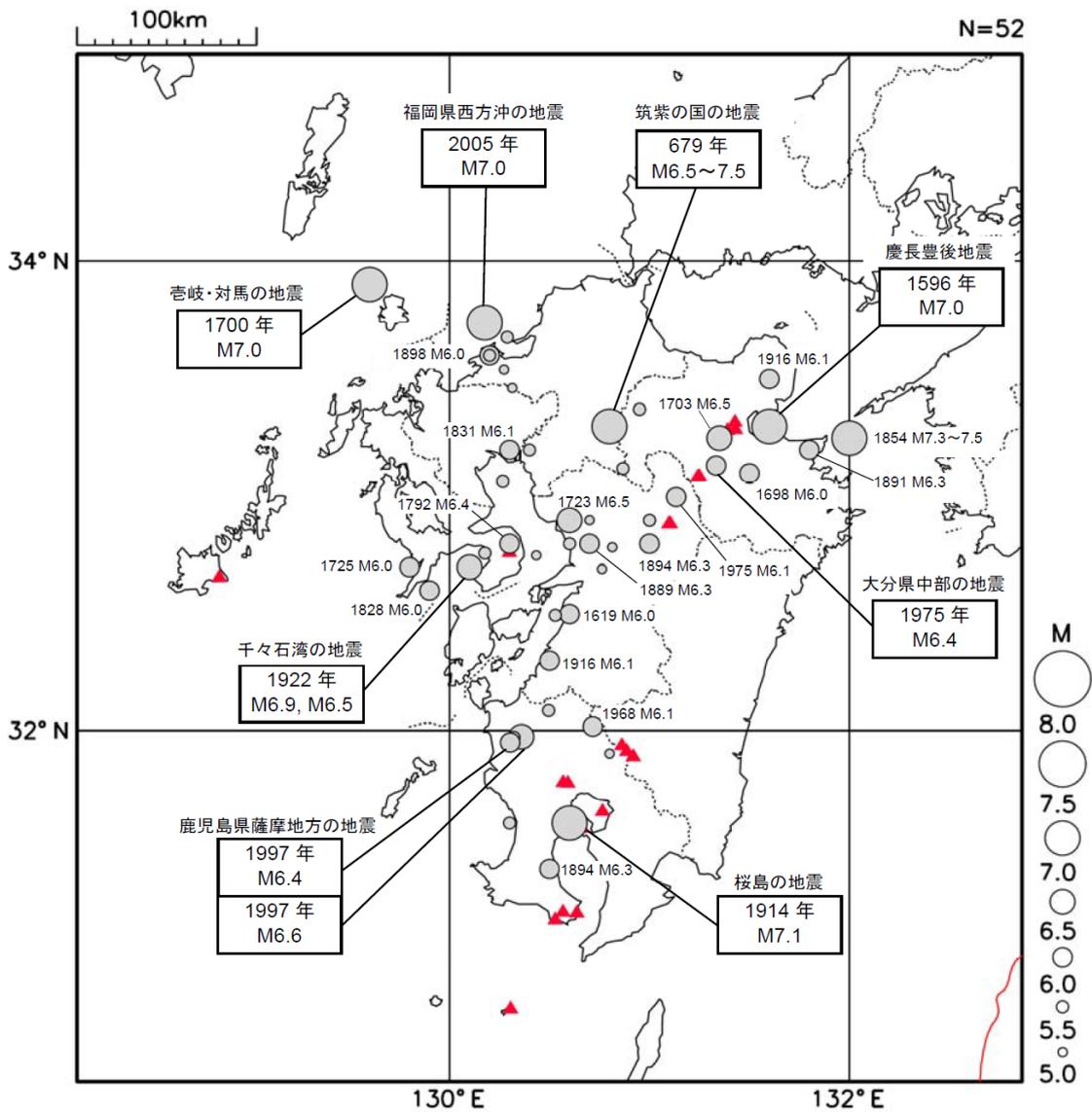


図14 九州地域の浅い陸域で発生したと考えられる主な被害地震
 (~2011年、深さ30km以浅)

被害地震の選定については、地震調査研究推進本部地震調査委員会編(2009)に加え、松浦ほか(2008)、松浦(2010)、宇佐美(2003)、宇津(1990, 2004)、Utsu(2002)を使用した。▲は活火山。

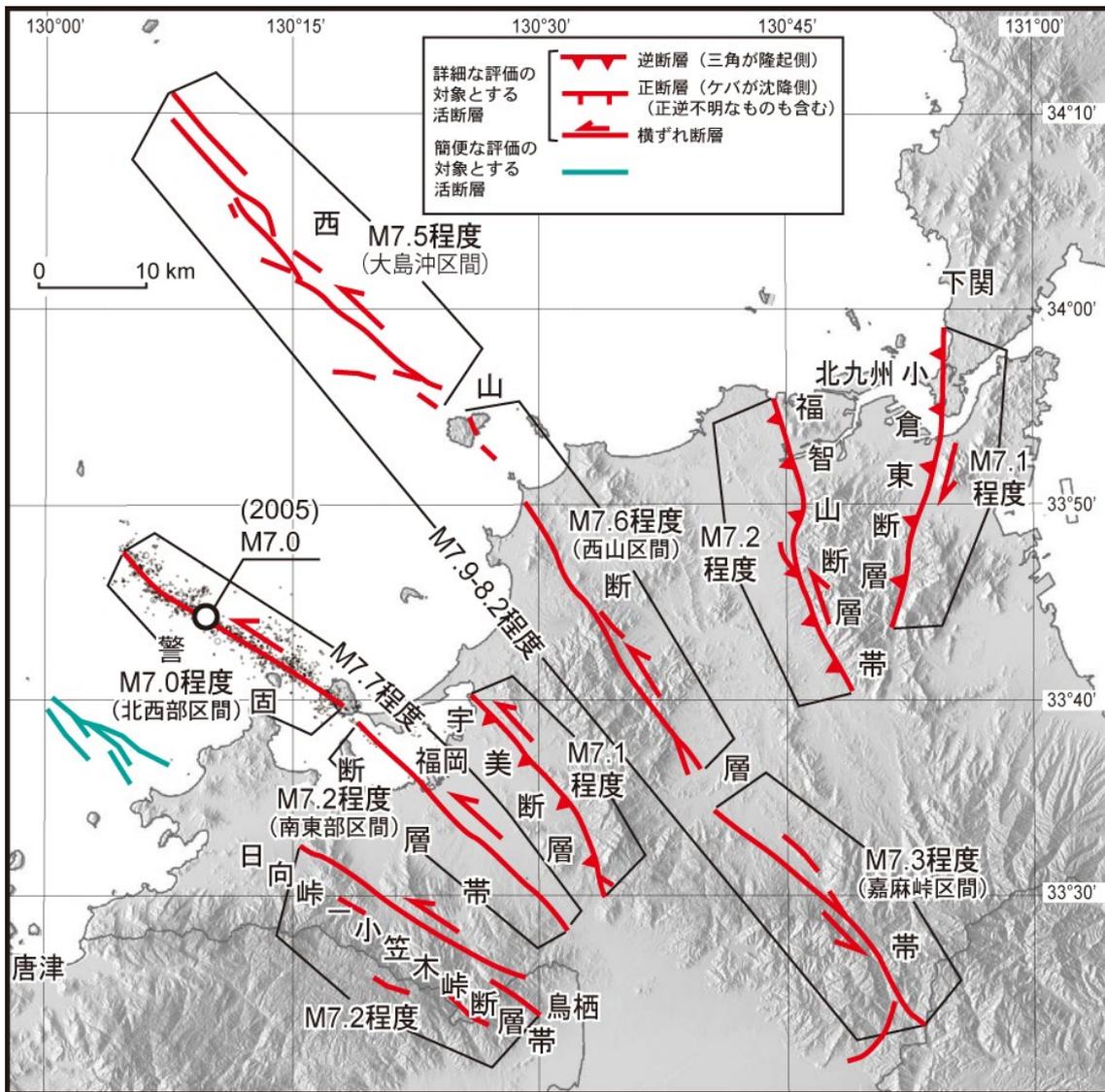


図15 九州北部の活断層の特性と想定される地震の規模

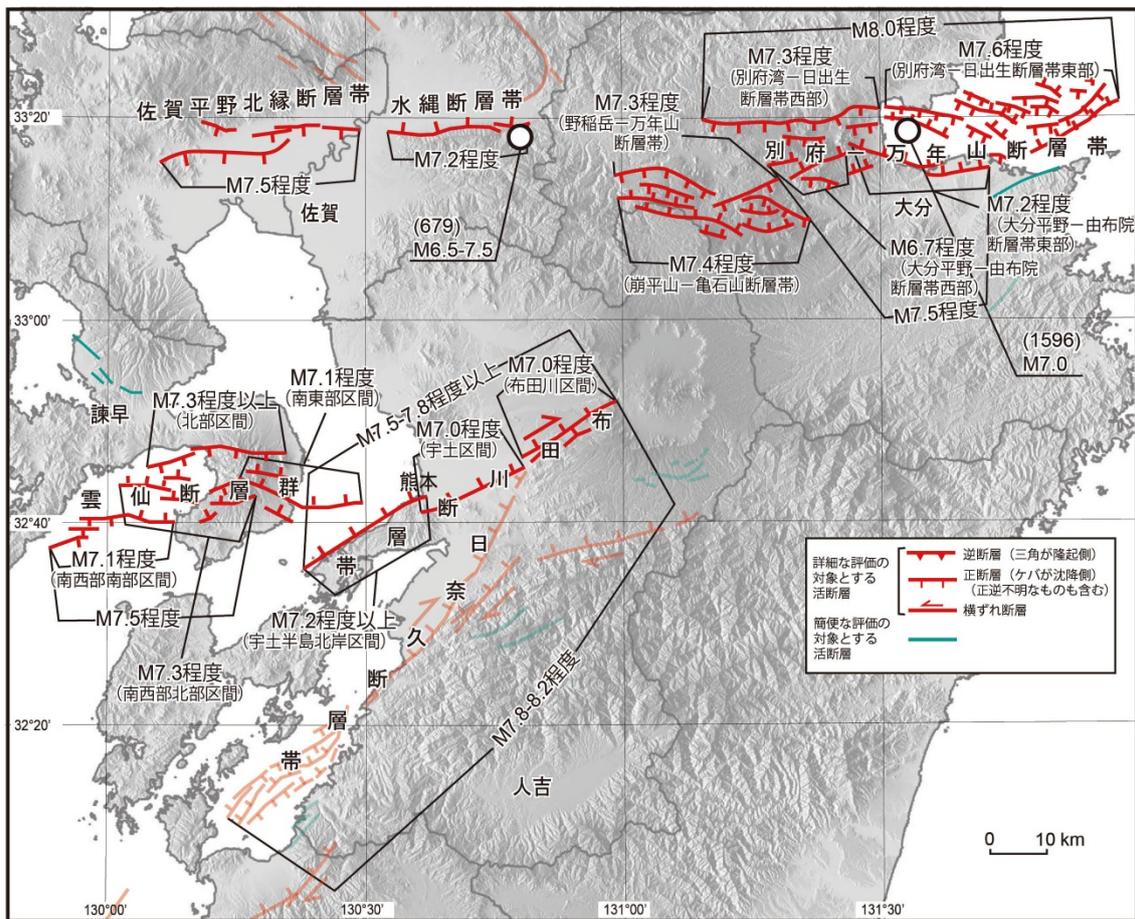


図16 九州中部の活断層の特性と想定される地震の規模
九州北部及び南部の活断層は薄色で示す。

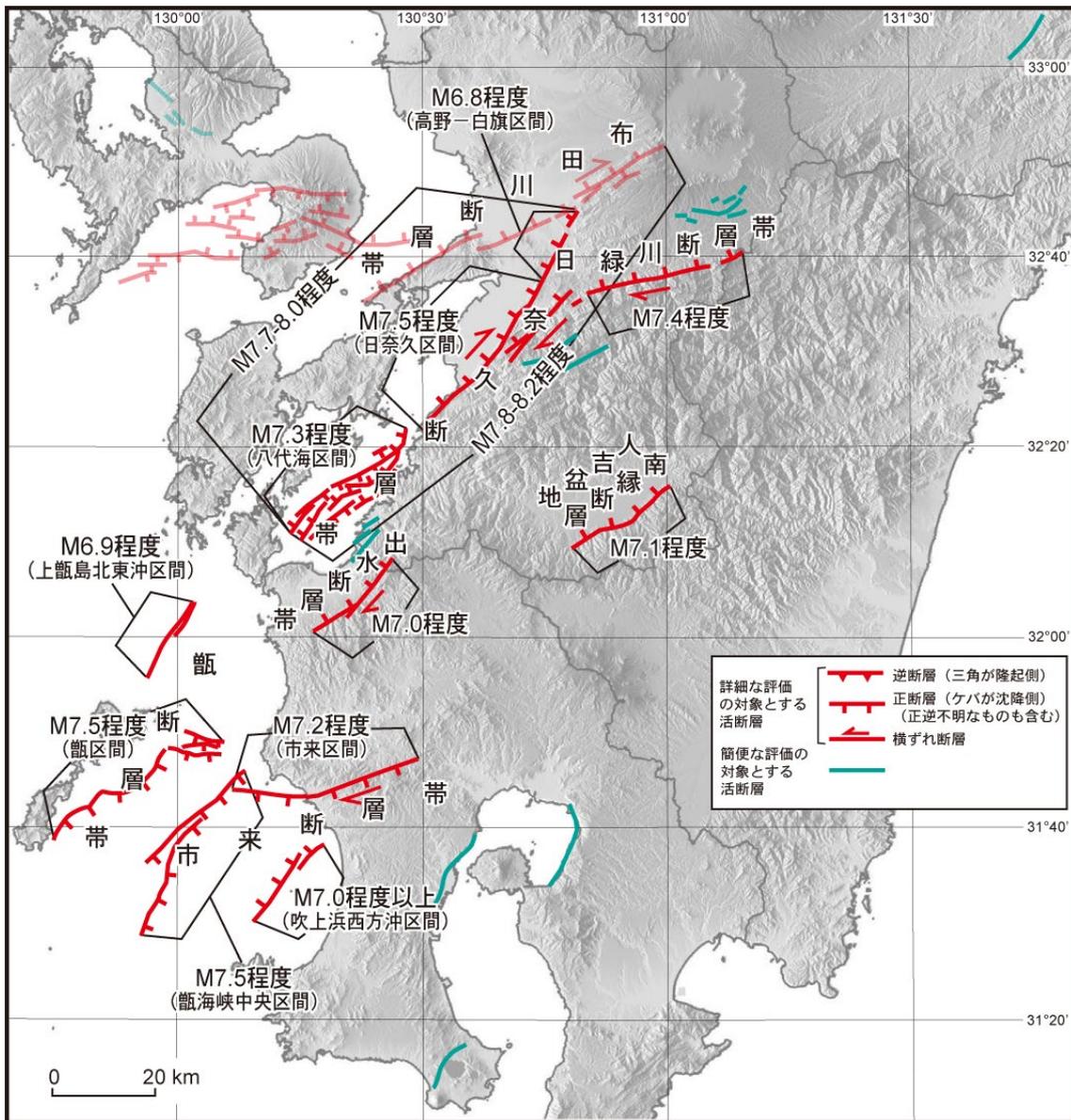


図17 九州南部の活断層の特性と想定される地震の規模
九州中部の活断層は薄色で示す。

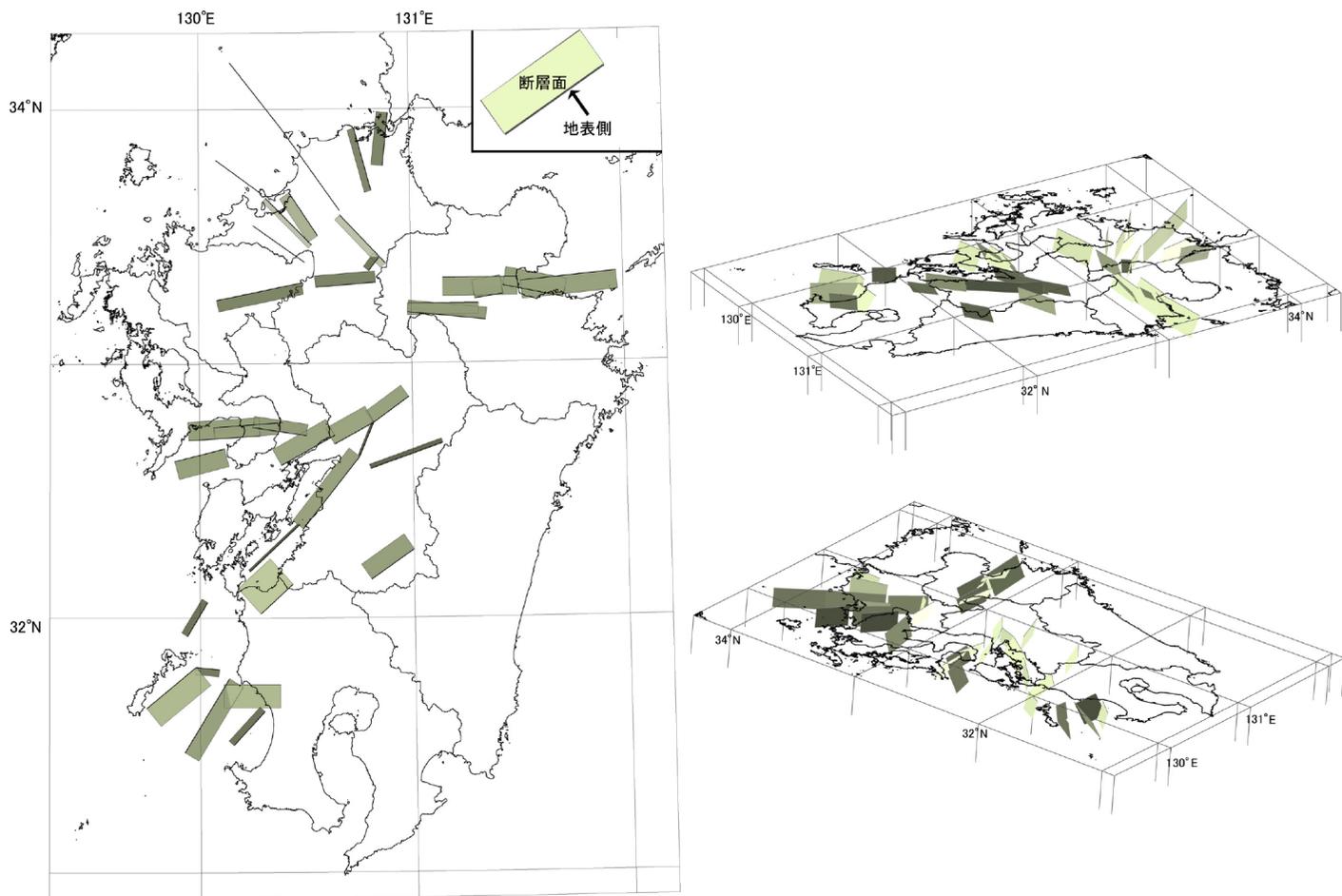


図18 詳細な評価の対象となる活断層の矩形断層モデル
 矩形の黒実線は断層面上端を示す。幅の広いものほど断層面の傾斜が緩いことを示す。
 断層面の濃淡傾斜の度合いを示しており、傾斜が急ほど濃く、緩やかなほど薄い。

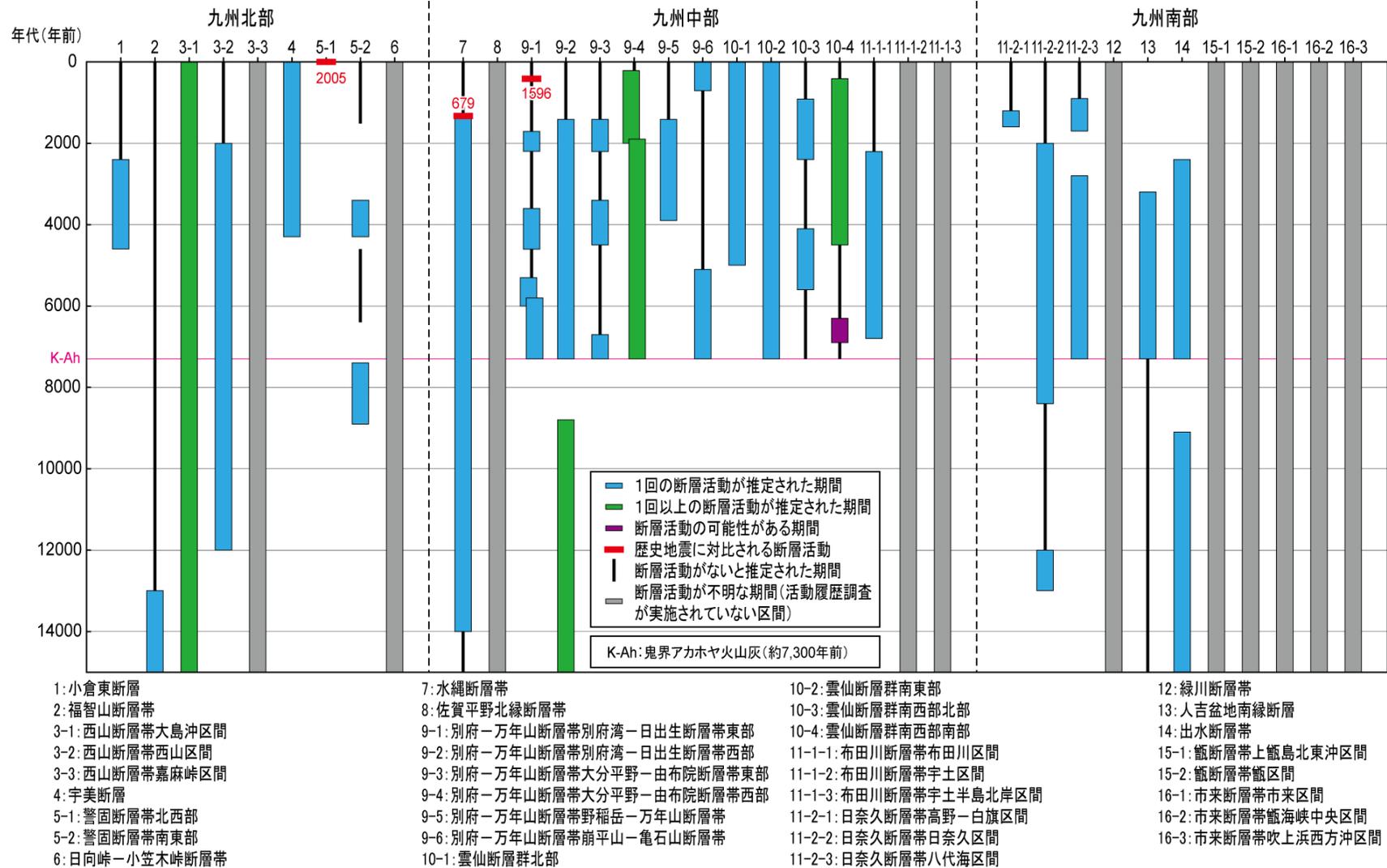


図19 九州地域に分布する活断層の断層活動の時空間分布図(図中の番号は、図2の断層の番号と同じ)

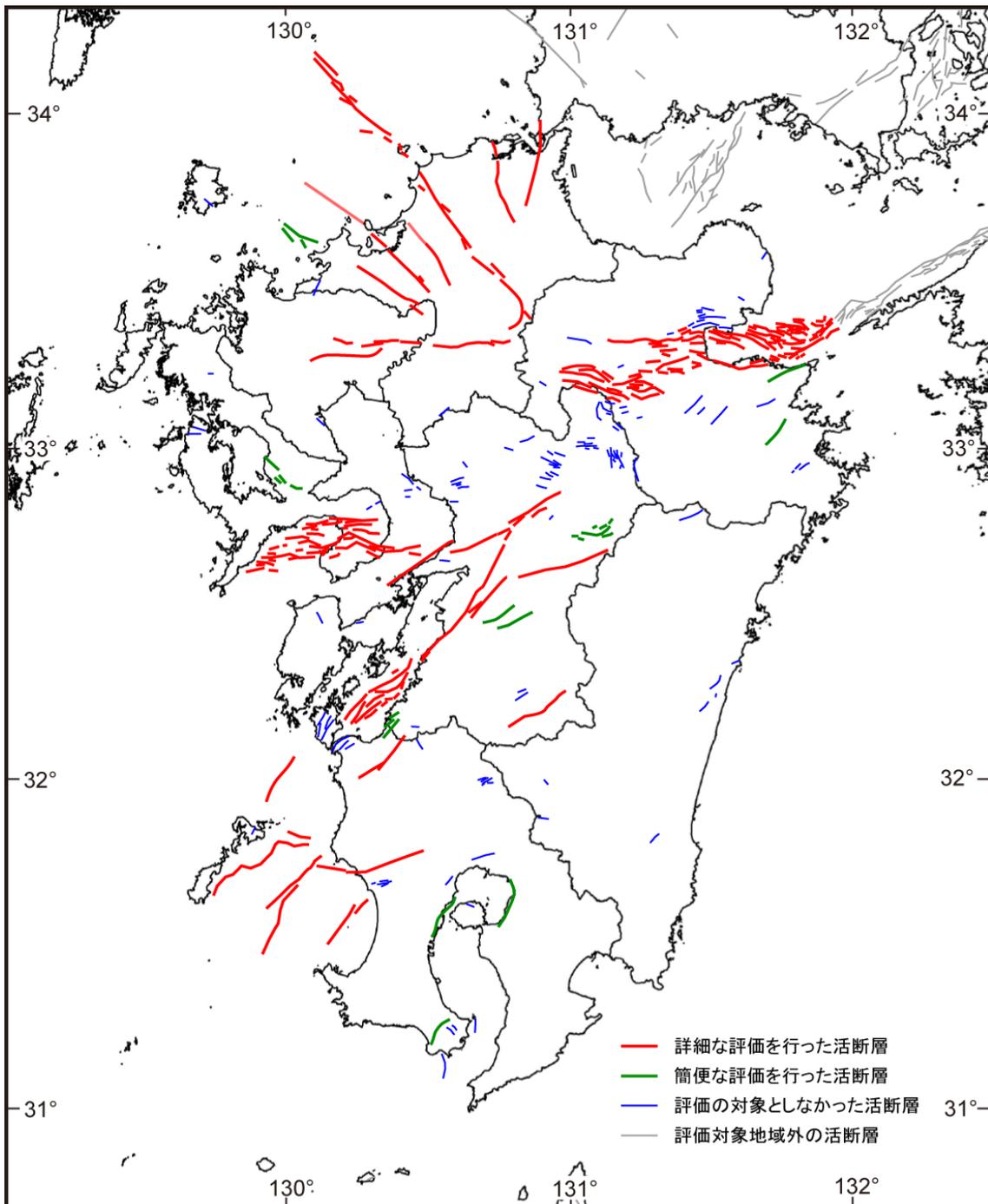


図20 九州地域及びその周辺海域において評価の対象とした活断層(赤色、緑色)(注13)及び評価の対象としていない活断層(青色)(注13)の分布。灰色の断層線は評価対象地域外の活断層。

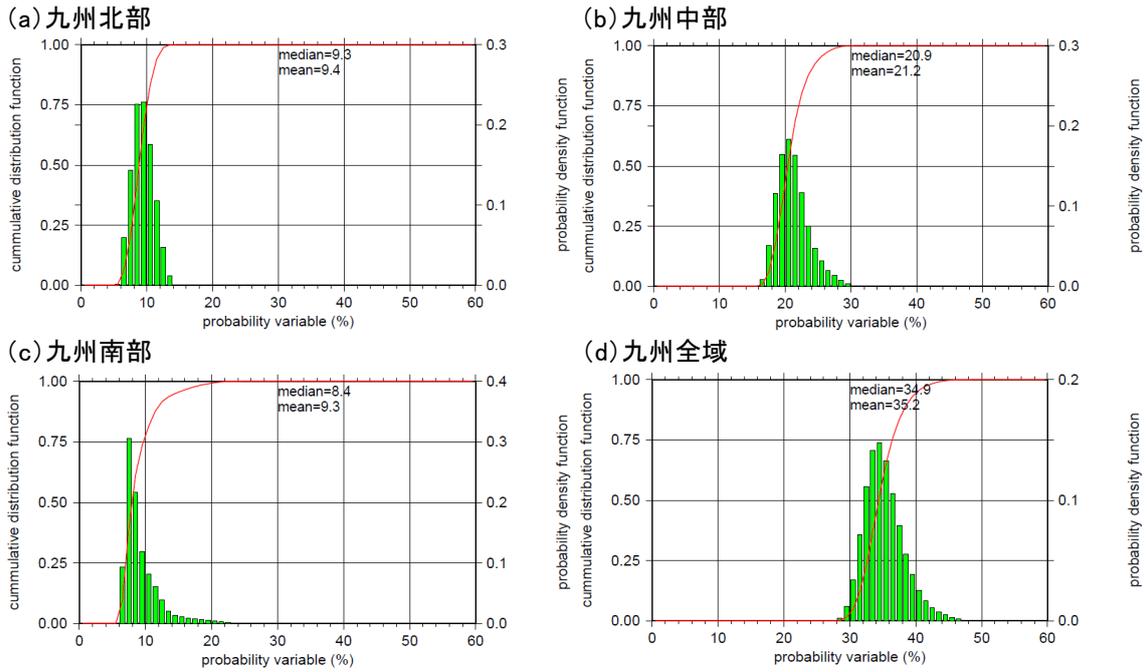


図21 複数の活断層の組み合わせを考慮した地域全体のM6.8以上の地震が30年以内に発生する確率評価

評価パラメータの分布(ヒストグラム)及び評価パラメータの累積分布(赤線)。各活断層の確率値は、最新活動時期がわかっている場合にはBPT分布を適用し、わかっていない場合にはポアソン過程に基づき求めた。(a)九州北部 (b)九州中部 (c)九州南部 (d)九州全域。

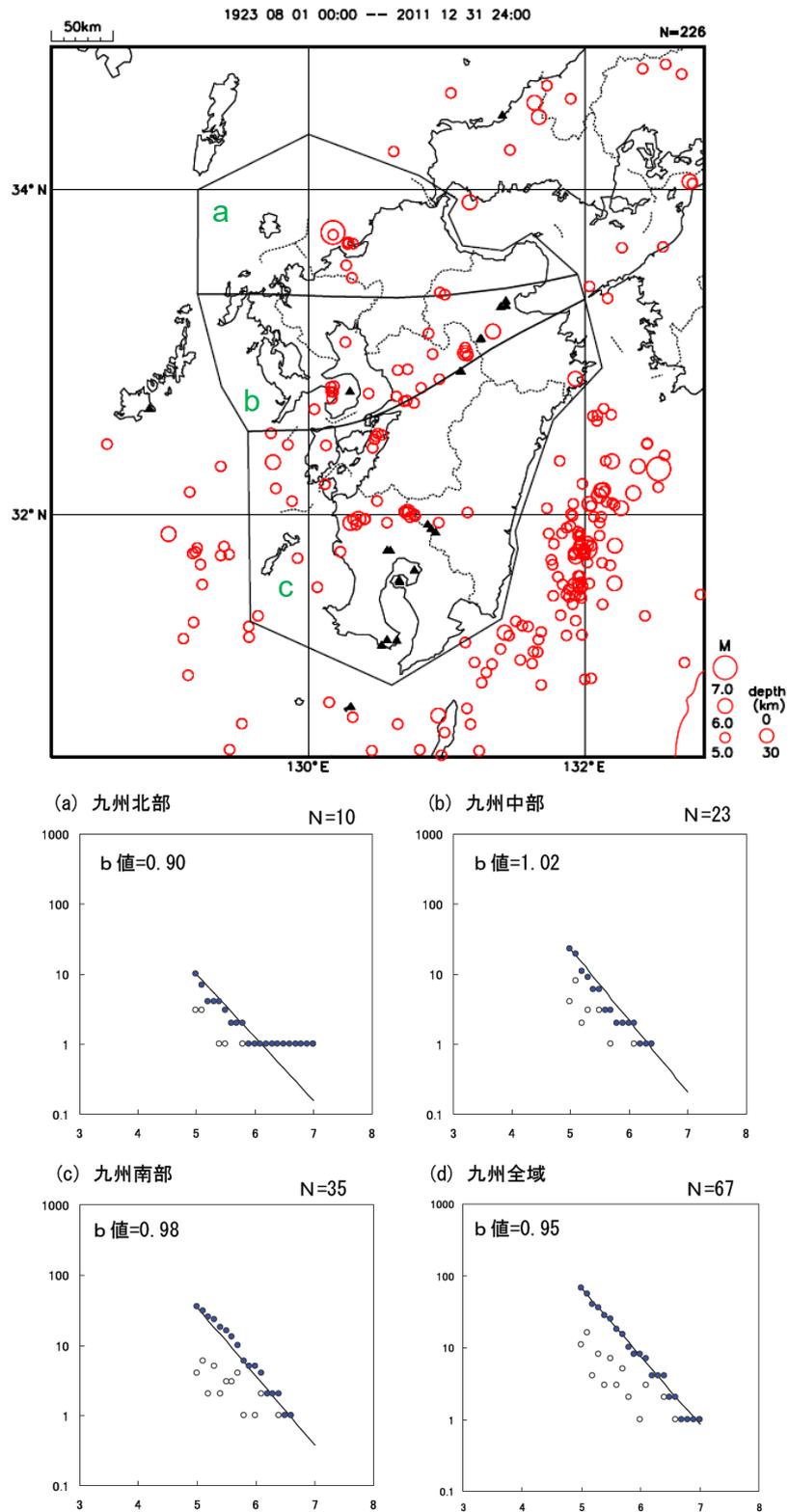


図22 (上)1923年-2011年の約88年間に観測されたM5.0以上の地震の震央分布。(下)図10に基づく1923年-2011年に観測されたM5.0以上の地震に対する地震規模と規模別頻度数の経験式(G-R式)の回帰の結果。a)九州北部 b)九州中部 c)九州南部 d)九州全域。

(付録)

付録1 文章中の信頼度、幅などの表現について

個別の断層（帯）の評価作業において各種のパラメータの相対的な信頼性は、「信頼度」として記号で示されている。文章中では、各々のデータの信頼度に対応した文章表現を用いている（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2005）。

信頼度	文末表現
◎ : 高い (信頼度90%以上と判断)	考えられる。
○ : 中程度 (信頼度70-90%以上と判断)	推定される。
△ : 低い (信頼度50-70%以上と判断)	可能性がある。
▲ : かなり低い (信頼度30-50%と判断)	可能性もある。

付録2 1回の地震に対応して活動する断層の長さの評価の考え方

活断層で発生する地震の規模の評価は、1回の地震に対応して活動する断層の長さに基づく松田(1975)（本文の経験式(1)）を用いている。

活断層は、断層線の集まりが、走向方向に連続して分布する構造を作ることが多い。このような多数の断層線から構成され、ある程度の連続性が認められる構造全体を「断層帯」と呼ぶ（付図1a）（活断層研究会編，1991）。

近年に内陸で発生した大地震の例を見ると、大地震時に出現した地表地震断層は、近接してまとまった複数の断層線からなっている。また、「断層帯」全体が1つの地震を起こすのではなく、部分的な区間ごとに地震を起こしている例もある（付図1b、c）（松田，1990）。すなわち、付図1(a)に模式的に示した「断層帯」で発生する地震のうち、地震Aが発生した際には付図1(b)に示した赤色の断層線のみが活動し、その他の断層線は活動しない。別の地震Bが発生した際には付図1(c)に示した赤色の断層線のみが活動し、その他の断層線は活動しない。さらに、別の地震Cが発生した際には「断層帯」全体が活動し、全体が地表地震断層として現れることもある（付図1d）。このような例として、2005年の福岡県西方沖の地震がある（付図2）（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2007）。警固断層帯は、福岡市東区志賀島の北西沖の玄界灘から博多湾、福岡市中央区、同市南区、春日市、大野城市、太宰府市を経て、筑紫野市に至る断層帯である。しかし、2005年の福岡県西方沖の地震の際に活動したのは、警固断層帯北西区間の福岡県西方沖の断層のみであり、警固断層帯全体が活動したわけではない。

地震の規模の評価では、「断層帯」の中で複雑に分布している断層線を、1回の大地震を起こす単位ごとにまとめる必要がある。1回の大地震で同時に活動すると想定されるひとつの断層線（付図1の断層帯に該当し、ここでは「断層のくくり」と呼ぶ）のうち、固有規模の地震を繰り返し発生させる最小の単位（付図1の地震Aや地震Bの活動範囲に相当）を「評価単位区間」と呼ぶ（付図1a）。断層帯を「評価単位区間」に分割するにあたっては、トレンチ調査等により明らかにされた過去の活動履歴のほか、断層線の著しい屈曲や不連続、分岐形状、横ずれ断層における上下変位の向き急変、平均変位速度の分布様式、過去の地表地震断層の出現状況あるいは地質構造・重力異常の情報等を参考にして判断した（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2010）。

活断層の名称については、次のルールに従った。上記「断層帯」については、「断層帯」に含まれる断層線に対し、既往研究により複数の断層名称が与えられている場合「○○断層帯」、単一の断層名称しか与えられていない場合「○○断層」とした。「評価単位区間」の名称については、「断層帯」が複数の「評価単位区間」を含む場合は、分割されたそれぞれの「評価単位区間」ごとに「△△区間」、「××区間」とし、「断層帯」が単一の「評価単位区間」しか含まない場合、そのまま「断層帯」の名称である「○○断層帯」または「○○断層」とした。

付録3 断層の変位(ずれ)(注15)とその成分について

断層の変位は、付図3の黒矢印に示すよう、横ずれ成分、上下成分などに分解することができ、平均変位速度についても、同様に各成分に分解することができる。

多くの活断層の変位量は、段丘面の変位やトレンチ調査における地層の上下変位に基づく。このため、1回の活動に伴う変位量や変位速度は上下成分しか求まっていないことが多い。

付録4 評価地域の地震の発生確率の算出について

4-1. 平均活動間隔が不明の活断層の考え方

活断層の中には、古地震データが不十分で最新活動時期、活動間隔、地震の発生確率が不明のものがある（表4、表6、表8）。その場合には、平均活動間隔を仮定し、最新活動時期が判明している場合には

BPT (Brownian Passage Time) 分布、最新活動時期が判明していない場合は、ポアソン過程に基づき（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2001）、地震発生確率を設定した。

平均活動間隔 R (年) は、周囲の活断層との関係から値を仮定できる場合は、周囲に活断層の活動間隔に基づく値を仮定し、それ以外の場合は平均変位速度 S (m/千年) と 1 回の活動に伴う断層の変位量 D (m) から

$$R = D/S \quad (A-1)$$

で求めた。

ここで平均変位速度については、吉岡ほか (2005) 及び「全国地震動予測値図」技術報告書（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2009）に基づき、「新編日本の活断層」（活断層研究会編，1991）または既存の文献に示された活動度に応じた値を仮定した。なお、考慮した活断層の中に古地震データがある場合は、古地震データと矛盾のない平均変位速度を仮定した。活動度に応じて仮定した平均変位速度を付表 1 に示す。

付表 1 平均活動間隔などが不明な活断層について活動度に応じて仮定した平均変位速度。仮定値のうち、活動度が A-B 級については吉岡ほか (2005)、C 級及び C 級未満については地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2009) に基づく。

活動度	平均変位速度の仮定値 (m/千年)
A 級	仮定値はなし
A 級下位	1.0
B 級	0.5
B 級下位	0.3
B 級最下位	0.1
C 級	0.047
C 級未満	0.024

4-2. 評価地域の地震の発生確率の算出

各区域で将来一定規模以上の地震が発生する確率は、「活断層の長期評価手法」報告書（暫定版）（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2010）の計算方法に基づく。各区域の中で、 t 年間に少なくとも 1 回マグニチュードが y を超える地震が発生する確率 $P(Y > y; t)$ は、

$$P(Y > y; t) = 1 - \prod \{1 - P_k(Y > y; t)\} \quad (A-2)$$

で与えられる。ここで P_k は k 番目の「評価単位区間」において t 年間にマグニチュードが y を超える地震が少なくとも 1 回発生する確率である（表 4、表 6、表 8）。なお、ここでは $P_k(Y > y; t)$ の t を 30 年とする。

4-3. 評価地域の地震の発生確率の幅の統計的扱い

活断層調査で得られる最新活動時期や平均活動間隔には幅を伴うことが多く、結果として地震発生確率は幅を持つ（表 4、表 6、表 8）。この原因として、活断層の活動時期が活動層準の直上と直下の地層の堆積年代で挟まれる期間として求められ、活動層準の年代を一意に決めることができないことなどがある。このため、式 (A-2) によって求められた地震の発生確率は大きな幅を持つ。このとき、確率値が最小の場合は、すべての活断層において平均活動間隔が幅の最大値を取り、最新活動時期が求まっているすべての活断層において、求まっている幅の値の最新値を取る場合であり、確率値が最大の場合はその逆である。

確率値に幅のある複数の活断層の組み合わせを考慮すると、各活断層の最新活動時期や平均活動間隔の組み合わせは、地震の発生確率を確率変数とする確率分布に従う。この確率分布がわかれば、区域全体の地震の発生確率の最適値と幅を求めることができる。

そこで、この確率分布を、乱数を発生させることにより評価し（モンテカルロ法）、それに基づき区域全体の地震の発生確率の最適値と幅を評価した。考え方は次のとおりである（付図 4）。

- (1) ある区域に分布する活断層に対し、付図 4 の A-E の断層の特徴に応じ、平均活動間隔または最新活動時期に対し乱数を発生させる。
- (2) 付図 4 の A-E の断層の特徴に応じ、活動間隔のばらつきのパラメータ $\alpha=0.24$ とし BPT (Brownian Passage Time) 分布を適用する、もしくは平均活動間隔をもとにポアソン過程により、個々の活断層における地震の発生確率を計算する。
- (3) 区域全体での確率を、(2) で求めた区域に分布する全ての活断層の地震発生確率に基づき、式 (A-2)

により求める。以上の(1)－(3)の操作を一回の試行とする。

(4) (1)－(3)の操作を10万回繰り返す。

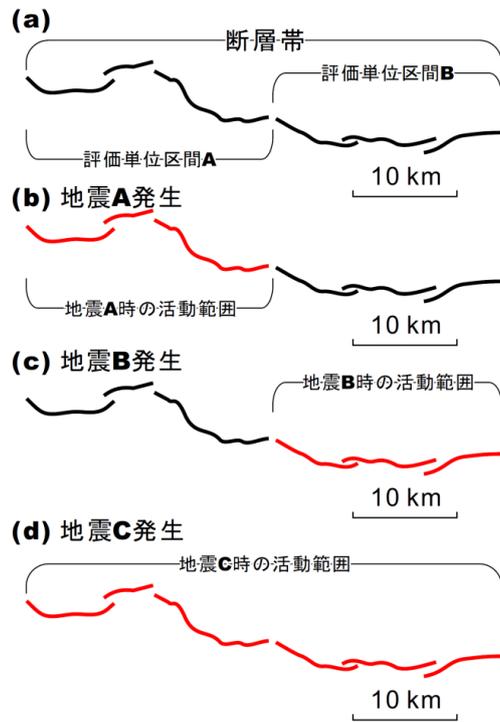
以上の操作により、地震の発生確率のある値が10万回の試行の中で何回計算されたかの頻度を求める。これにより、各活断層の最新活動時期や平均活動間隔の組み合わせの確率分布を評価することができる。ここで、10万回の試行の中で、ある長期発生確率が計算される頻度の割合を「評価パラメータ」と呼ぶことにする。

ここで区域全体の地震の発生確率については、上記で求めた確率分布の95%信頼区間及び中央値を示した。

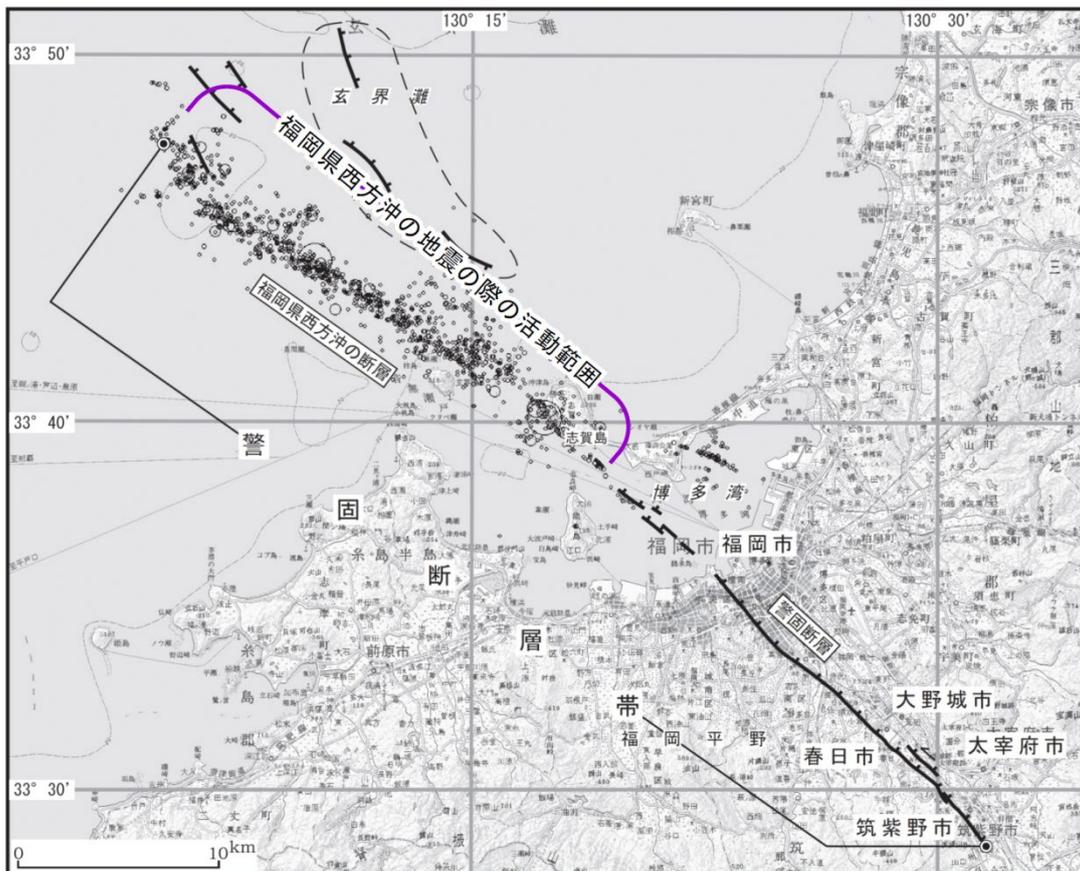
4-4. 活断層を特定しない地震の確率評価

活断層を特定せずに、ある地域で発生する地震は、地震の規模（マグニチュード）と規模別度数の経験式（グーテンベルク・リヒターの式、「G-R式」）に基づき推定することができる。本評価では、過去に発生した地震のデータに基づき、M6.8以上の地震の発生確率を求めた。

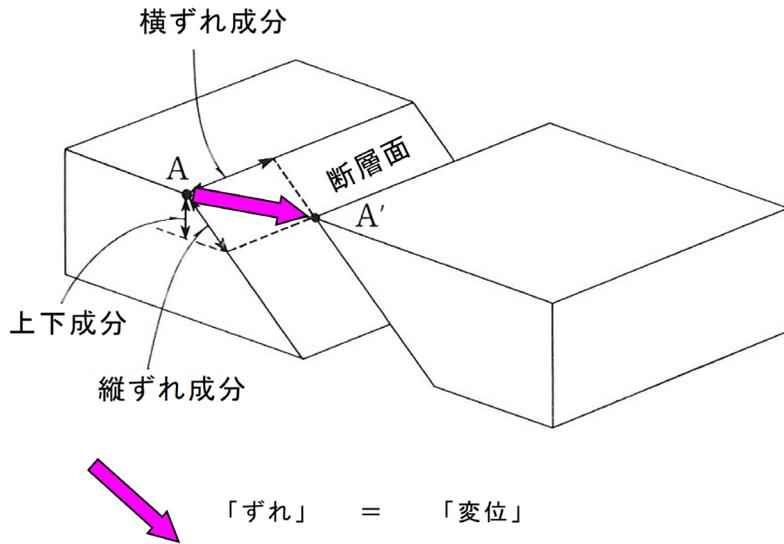
発生確率は、1923－2011年の約88年間に観測された九州地域内のM5.0以上の地震発生個数が少ないため、安定したb値が得られない。そのため、b値の推定は観測網が充実した1997年10月から2010年12月までに発生したM3.0以上の地震（気象庁一元化震源）から求めた。



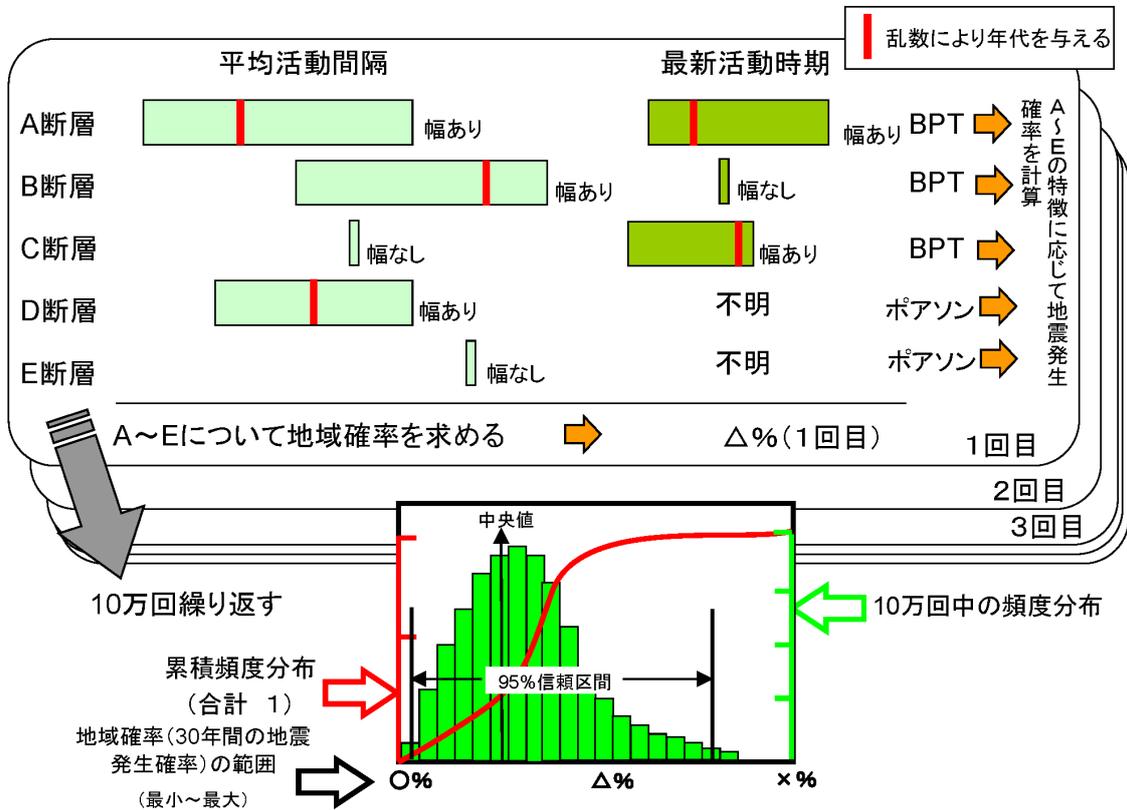
付図1 断層帯の評価単位区間の模式図



付図2 警固断層帯における2005年福岡県西方沖地震の際の活動範囲
(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2007に加筆)



付図3 断層の立体的な模式図(活断層研究会編, 1991に加筆)



付図4 活断層の組み合わせを考慮した地震発生確率値の最適値・幅の評価方法