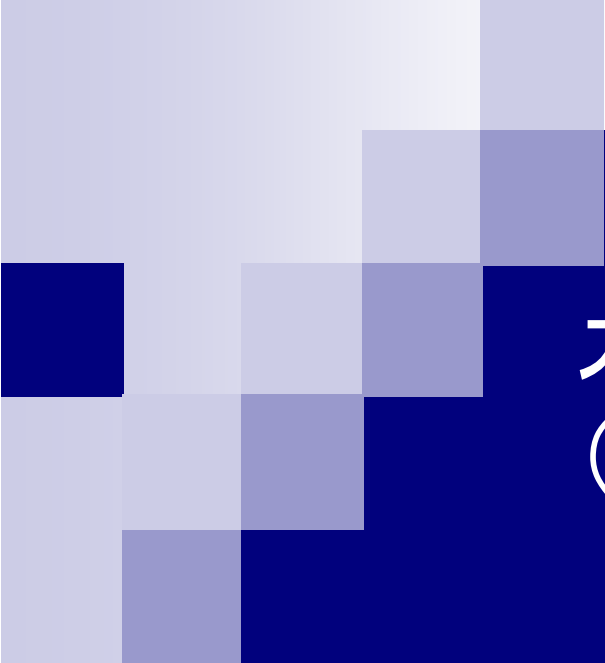




九州地域の活断層の長期評価 (第一版) 概要

地震調査研究推進本部 事務局



評価の経緯

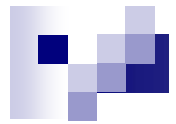
従来の活断層の長期評価

- 基盤的調査観測対象の活断層帯(主要活断層帯)を対象
 - 確実度Ⅱ以上、地表の長さ20km(マグニチュード7.0に相当)以上、活動度B級(0.1m~1m/千年)以上という基準で選定
 - 個々の主要活断層帯ごとに評価
- 
- 課題
 - 新潟県中越地震(M6.8)など、M7未満の地震でも被害が生じている
 - 主要活断層帯以外(地表の長さが短い活断層、沿岸海域)で被害地震が発生
 - ある地域の危険度を理解するためには、周囲の活断層を総合的に評価する必要
- 

「活断層の長期評価手法」(暫定版) を平成22年11月にとりまとめ

- 地域評価の導入
 - 評価対象とする活断層の見直し 等
- 

第1弾として 九州地域の活断層の長期評価に着手



従来の評価との違い

- 評価する活断層の対象を拡大
 - 断層長さ20km(M7.0相当)以上 → 15km(M6.8相当)以上
 - 活動度B級(0.1~1m/千年)以上 → 活動度C級(0.01m~0.1m/千年)も評価
 - 陸域の活断層に加え、沿岸海域の活断層も評価
- 地表に表れている部分だけでなく、地質や地球物理学的情報に基づき、地下の断層面の長さを評価
- 個々の活断層で発生する固有地震だけでなく、地表に痕跡を残さないような一回り小さい地震も考慮
 - 主要活断層帯において過去に発生したM6.8以上の地震で、明瞭な地表地震断層を伴わなかったケースが1/3程度みられる
- 個々の活断層だけでなく、地域単位で評価を実施
 - 地質構造や地殻変動、地震活動等の情報も利用
 - 地域に存在する活断層、地域単位での特徴、地震発生確率を評価
- ただし、評価については限界がある
 - 伏在活断層や活動が低頻度の活断層を見逃している可能性
 - 沿岸海域については情報が十分ではないため、評価できたのは一部のみ
 - 活断層の活動性や地下形状等の情報が不十分なものが多い

評価対象地域の活断層

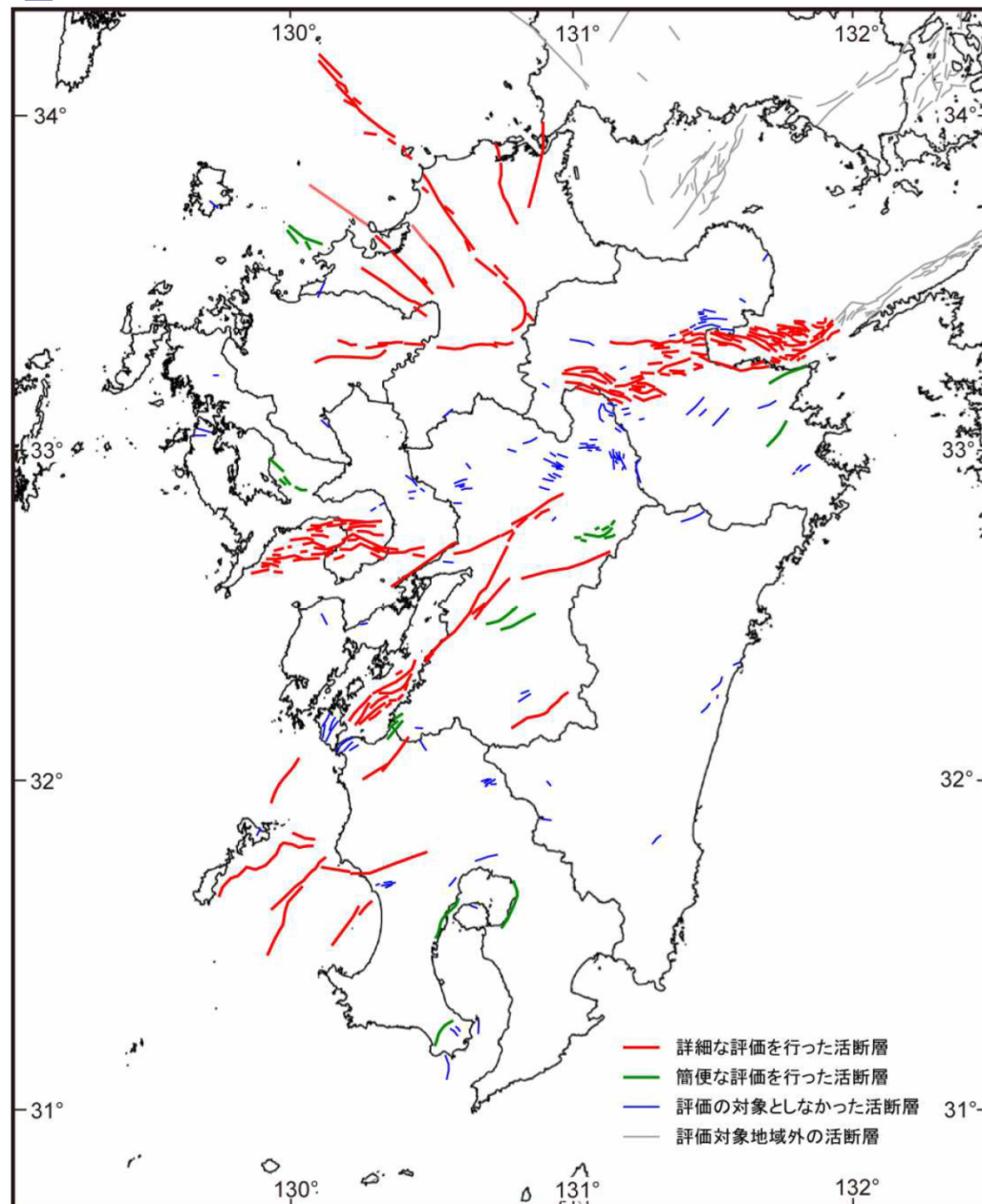


図20 評価対象とした活断層(赤、緑)及び評価の対象としていない活断層(青)

九州地域:九州島、その近隣島嶼
及び周辺海域

赤: 詳細な評価を行った活断層

断層長: 15km程度以上
地震規模: M6.8以上

→ 個別に評価文を作成

緑: 簡便な評価を行った活断層

地表の断層長: 10km~15km程度
地震規模: M6.8とみなして評価

→ 個別の評価文は作成しないが、地域の地震の発生確率の計算に含める

青: 評価の対象としなかった活断層

地表の断層長: 10km程度未満
(地下を含めても10kmを超えない)

→ 評価のための情報が少なく、地震規模もM6.8よりも小さいと考えられることから、今後の課題とした

今回の評価では、評価の対象を主要活断層帯(断層長20km以上)以外の活断層にも広げたが、全ての活断層を評価の対象にできたわけではない。

地質構造

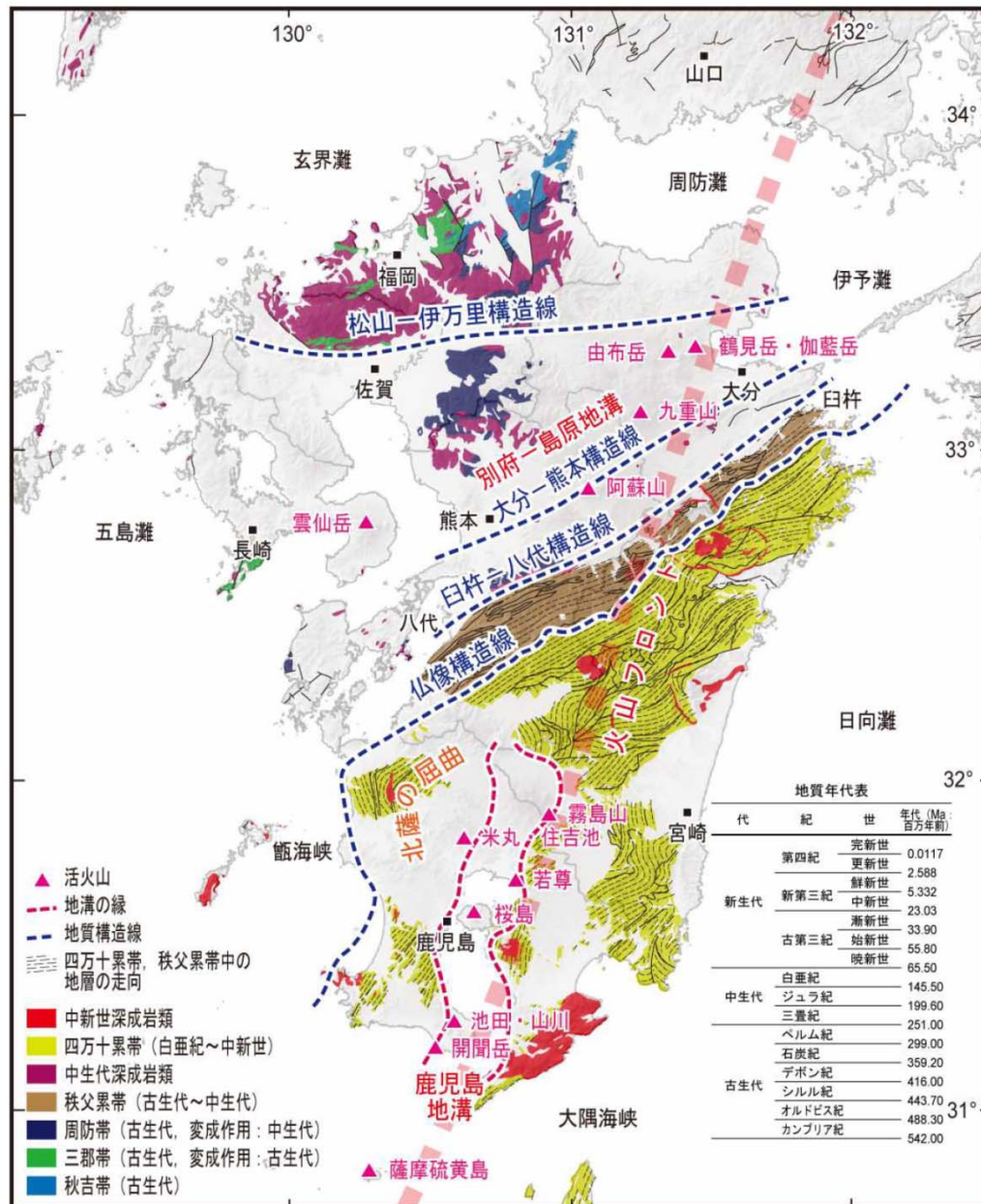


図3-2 九州の地質構造の概略と活火山の分布

新第三紀以前(約2,500万年以前)に形成された地質構造は、現在のテクトニクス(地殻変動や地震活動)とも密接に関連

基本的には西南日本弧と類似した帯状構造を示しており、臼杵-八代構造線を境に、内帯と外帯に分けられる。

臼杵-八代構造線とその北方に平行する大分-熊本構造線は、中央構造線から連続しており、重力異常の急変帯となっている。

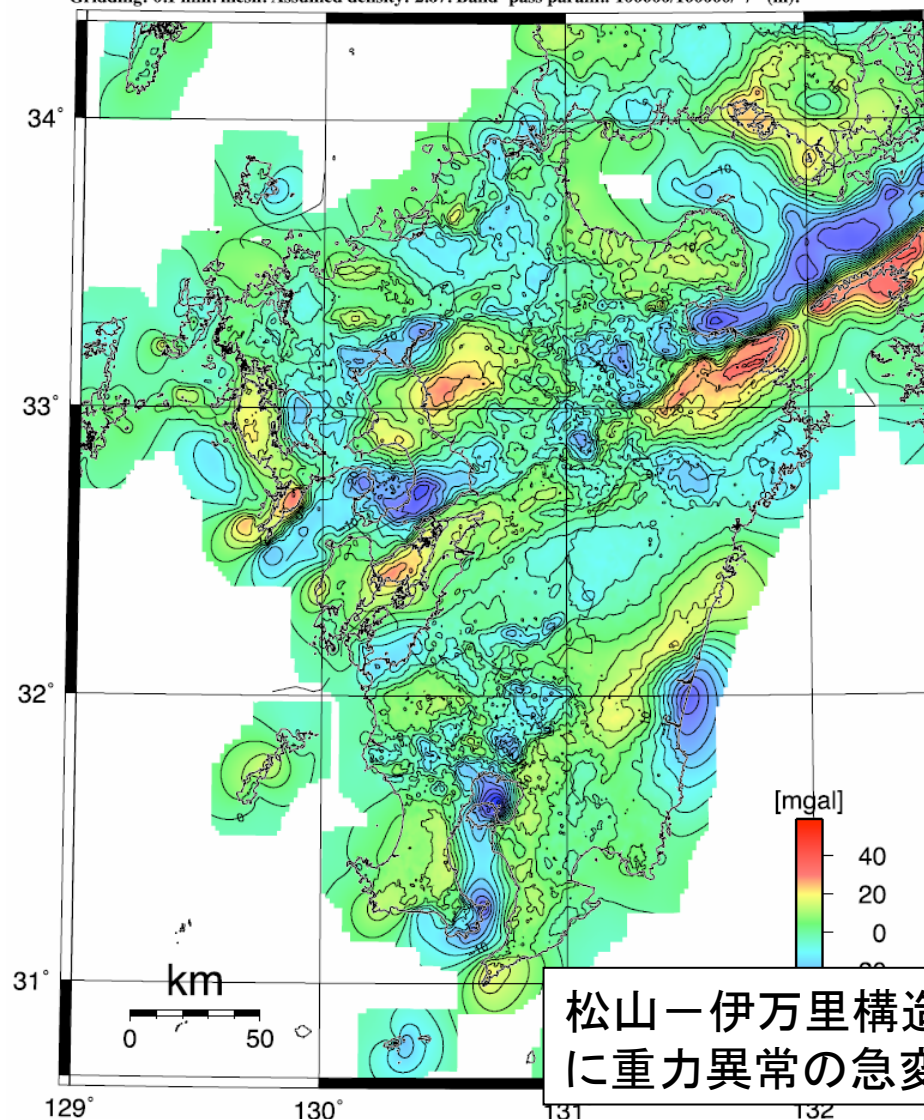
大分-熊本構造線の北側は沈降帯で、約600万年前から火山活動に伴って形成され、新しい火山が分布する。地震活動も活発で、日本の陸上としては特異な伸張性の変形が卓越した領域。沈降帯は松山-伊万里構造線を北限としている。

構造線の一部は、活断層としても活動。

重力異常分布

Bouguer Anomaly

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



松山－伊万里構造線、大分－熊本構造線
に重力異常の急変帯

図5-1 短波長(<100km)重力異常図

Bouguer Anomaly Horizontal Gradient Distribution

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

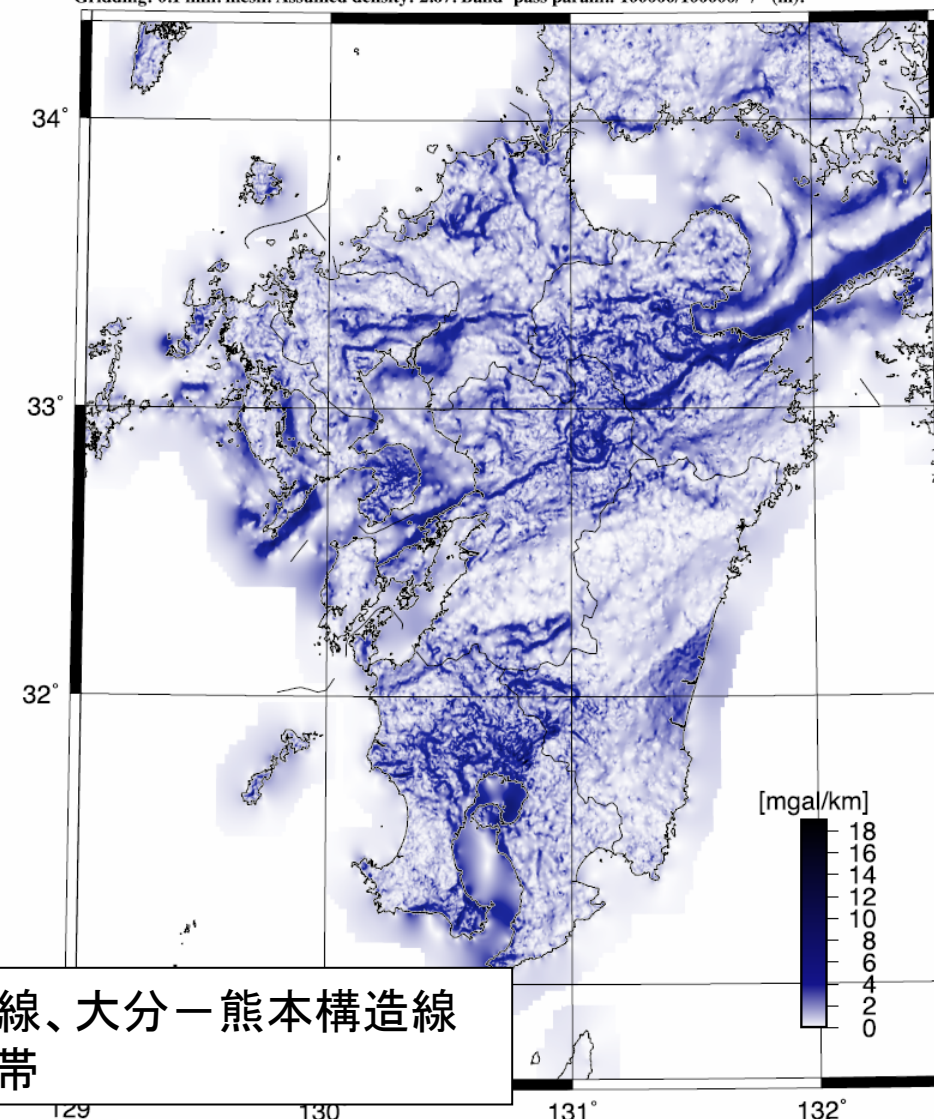


図6-1 短波長(<100km)重力異常図(勾配)

重力異常は、地下の密度分布を反映しており、断層など、密度が大きく変化する構造がある場所で勾配が大きくなる(右図で色の濃い部分)。

浅い地震の発震機構

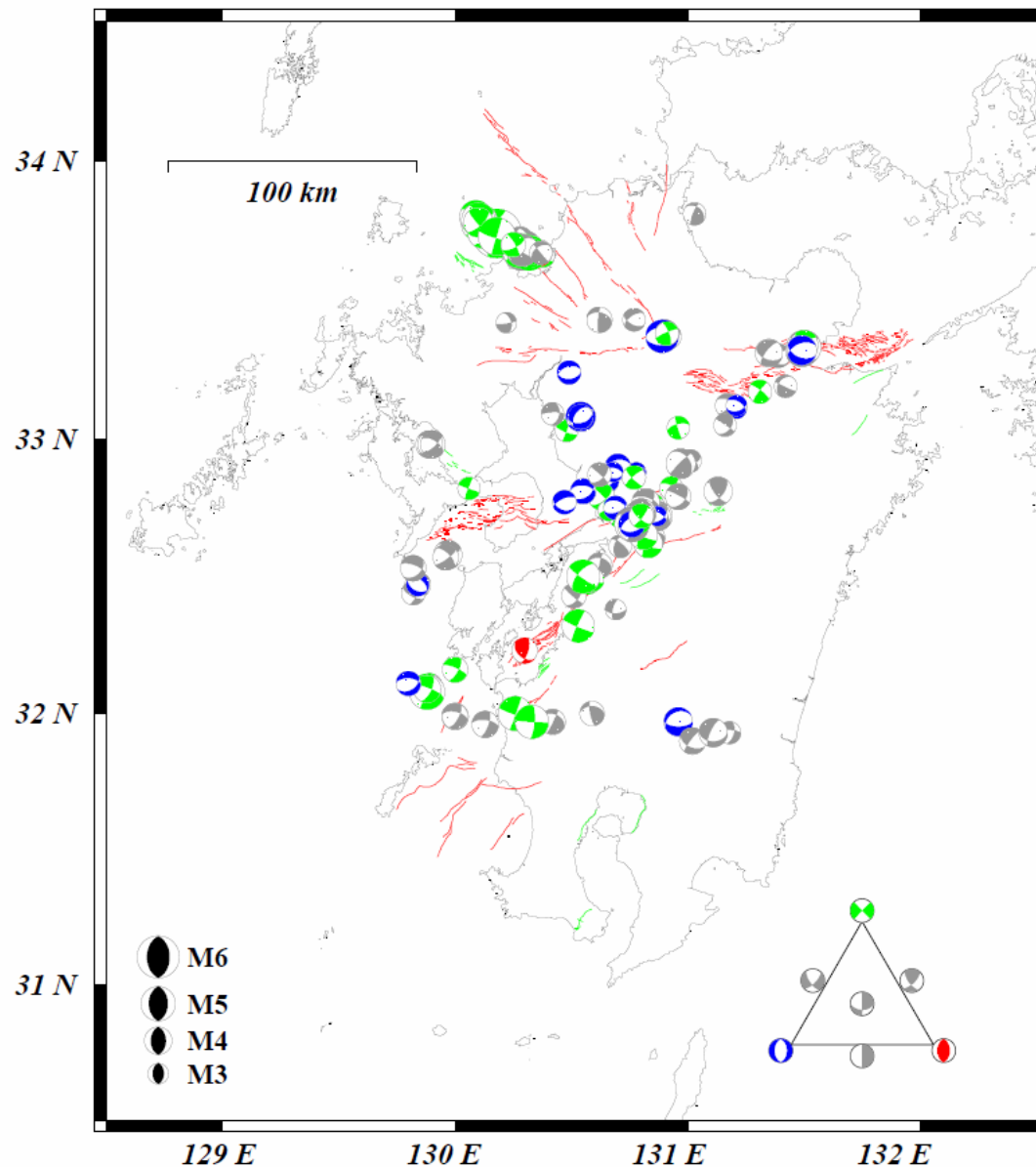


図9-1 陸域の浅い地震の発震機構(気象庁一元化震源)

別府-島原地溝帯: 正断層型が卓越
地溝帯北側: 横ずれ断層型が卓越
地溝帯南側: 横ずれ型、正断層型が分布

これらの特徴は地殻変動とも整合
(図7-1-1 等)

九州全域では、正断層型、横ずれ型が多く、逆断層型はほとんど見られない。

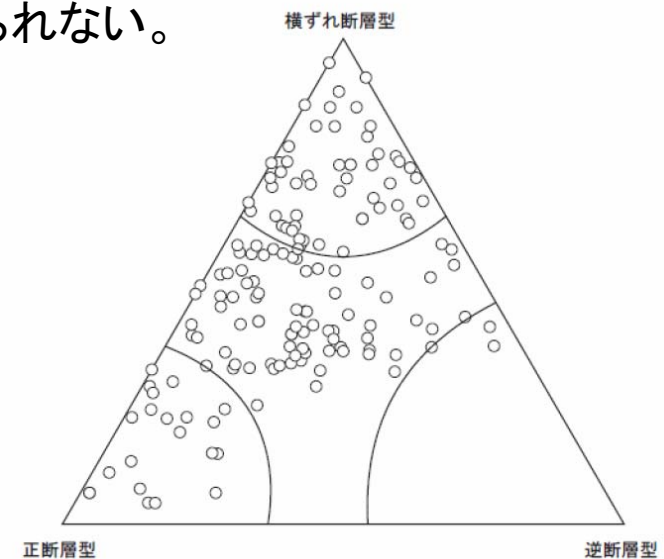


図9-2 発震機構の分布

地域区分

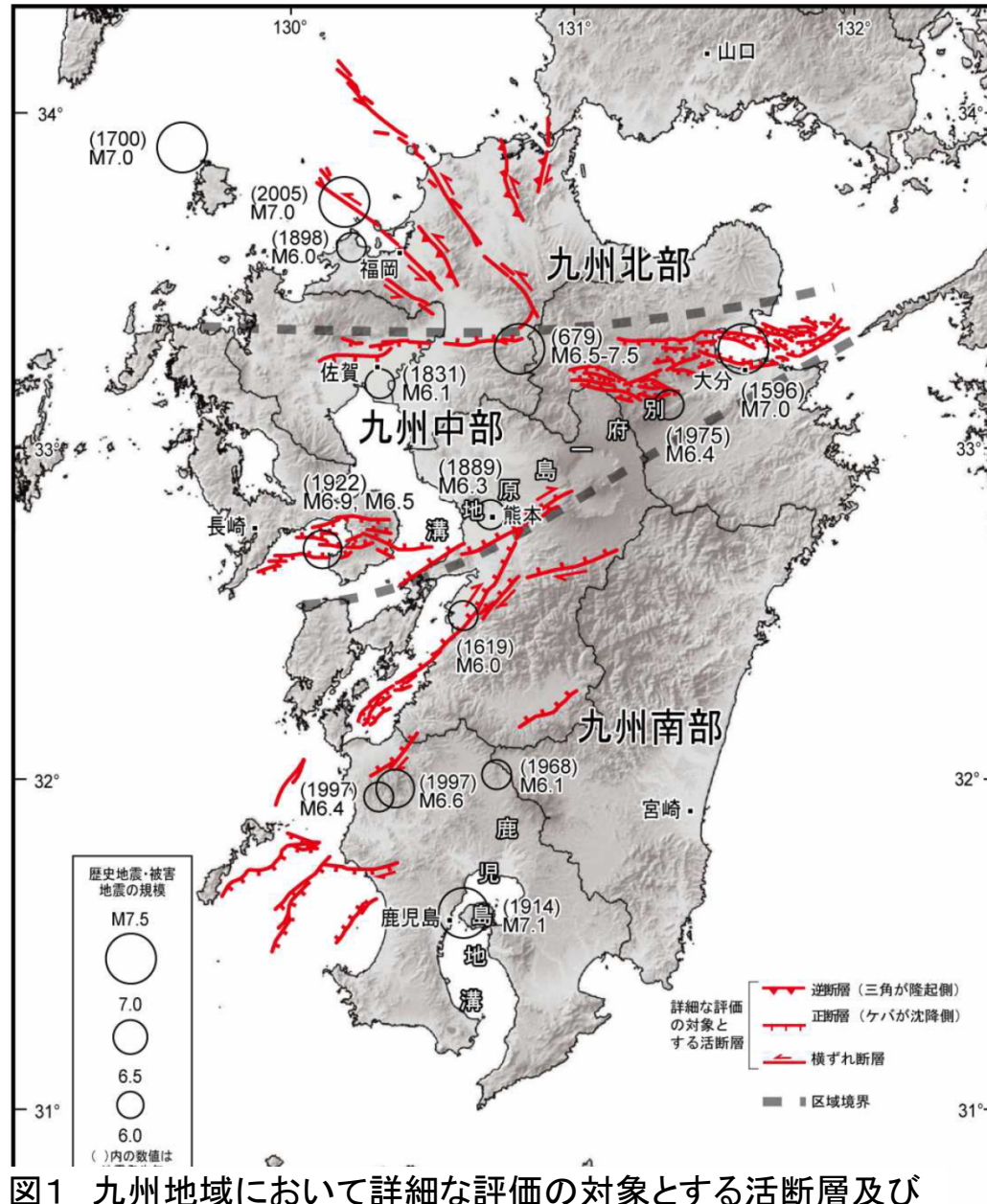


図1 九州地域において詳細な評価の対象とする活断層及び九州地域で発生した歴史地震・被害地震の震央

地質構造、重力異常分布、地震活動等の特徴は、松山－伊万里構造線と大分－熊本構造線で区切られる区域とその南北とで異なっている。



3地域に区分して評価

○九州北部

(境界: 松山－伊万里構造線の北側)

○九州中部 (別府－島原地溝帯を含む)

(境界: 大分－熊本構造線)

○九州南部



活断層の特性(九州北部)

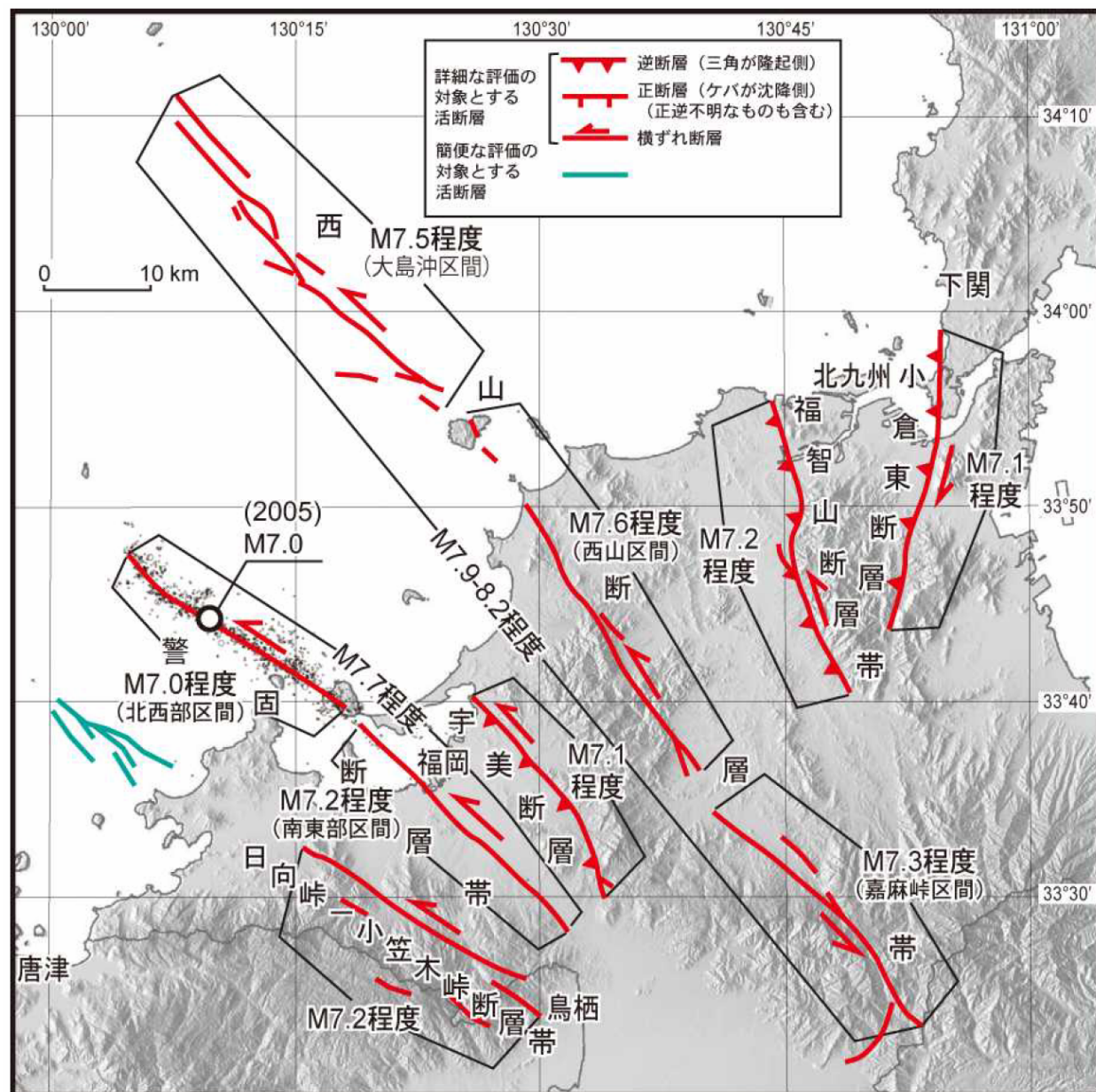


図15 九州北部の活断層の特性と想定される地震の規模



活断層の特性(九州北部)

<新たに評価対象となった活断層>

- 詳細な評価: 小倉東断層、福智山断層帯、宇美断層、日向峠—小笠木峠断層帯
- 簡便な評価: 糸島半島沖断層群

<評価を改訂した主要活断層帯>

- 西山断層帯(大島沖区間、嘉麻峠区間を新たに認定)
全体の長さが長くなり、全体が同時に活動した際の地震の規模が大きくなった

■ 区域の特徴

□ 横ずれ断層が主体

- 北西—南東方向に延びる左横ずれの活断層が多い
- 北東—南西方向に延びる小倉東断層は右横ずれ
- 東西方向に圧縮する力が働いていることを反映

□ 地震活動

- 明治以降、福岡県西方沖の地震までは比較的低調
- 福岡県西方沖の地震は警固断層帯北西部が活動

■ 区域内の活断層で発生しうる最大の地震

- 西山断層帯全体が同時に活動: M7.9~8.2程度

特性: 表3
(評価文p19)

将来の活動: 表4
(評価文p20)



活断層の特性(九州中部)

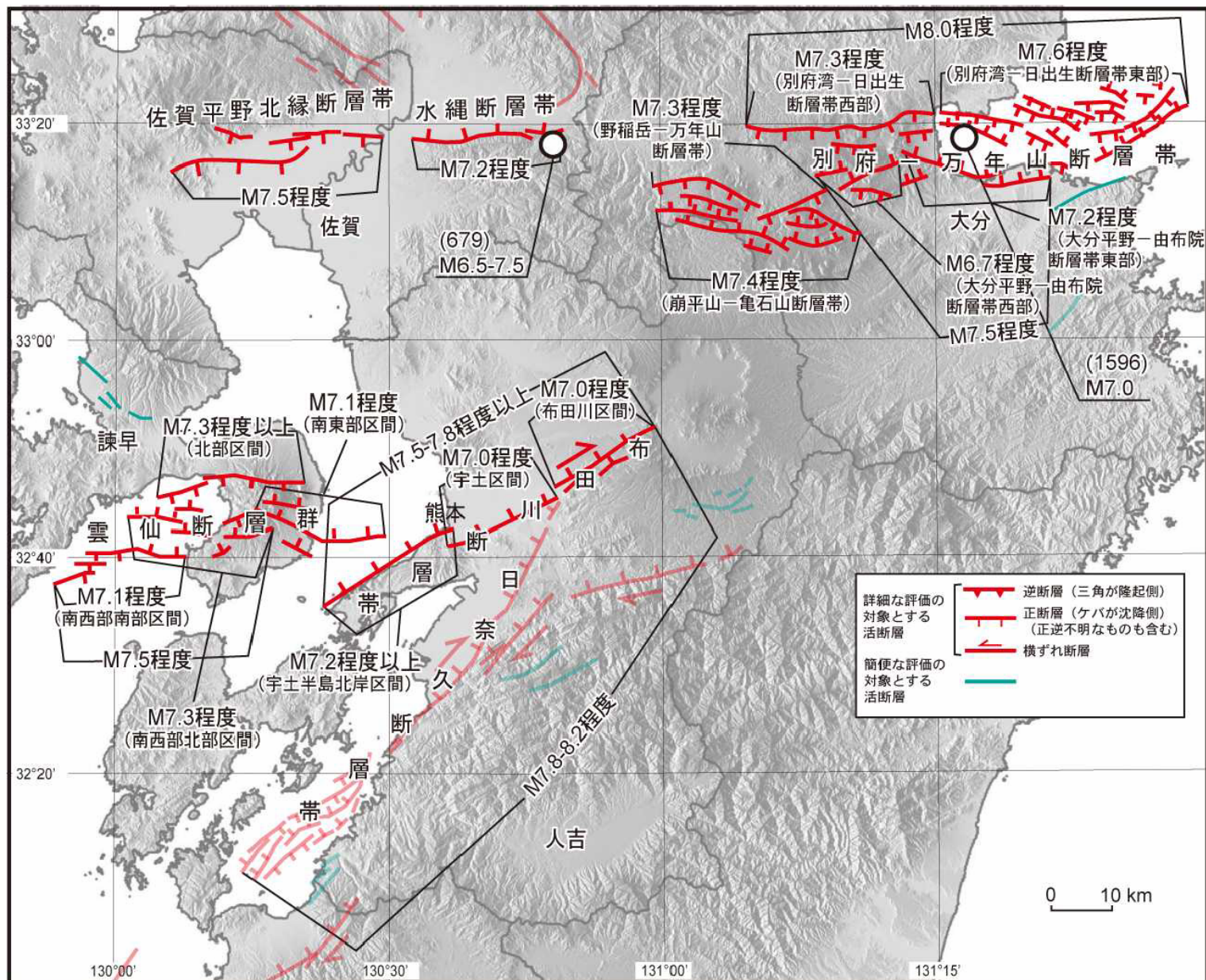


図16 九州中部の活断層の特性と想定される地震の規模



活断層の特性(九州中部)

＜新たに評価対象となった活断層＞

- 詳細な評価: 佐賀平野北縁断層帯
- 簡便な評価: 佐賀関断層、多良岳南西麓断層帯

特性: 表5
(評価文p23)

将来の活動: 表6
(評価文p24)

＜評価を改訂した主要活断層帯＞

- 布田川断層帯(布田川・日奈久断層帯を分割、宇土区間、宇土半島北岸区間を新たに認定)

重力異常の分布、堆積物の変位等を基に、布田川断層帯が布田川区間から西南西方向へ延びていると評価

■ 区域の特徴

- 北部や南部に比べて密に分布
- 東西走向で正断層成分を伴う活断層が多い
 - 南北に伸びる力が働いていることを反映している
- 活断層の活動性は他の区域に比べ高い
 - 別府一万年山断層帯の大分平野一湯布院断層帯は、我が国の内陸活断層の中でも最も活動的な活断層の一つ
- 地震活動も他の区域に比べ活発で、被害地震の発生も多い

■ 区域内の活断層で発生する最大の地震

- 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: M8.0程度
- 布田川断層帯布田川区間+日奈久断層帯全体が同時に活動: M7.8~8.2程度



活断層の特性(九州南部)

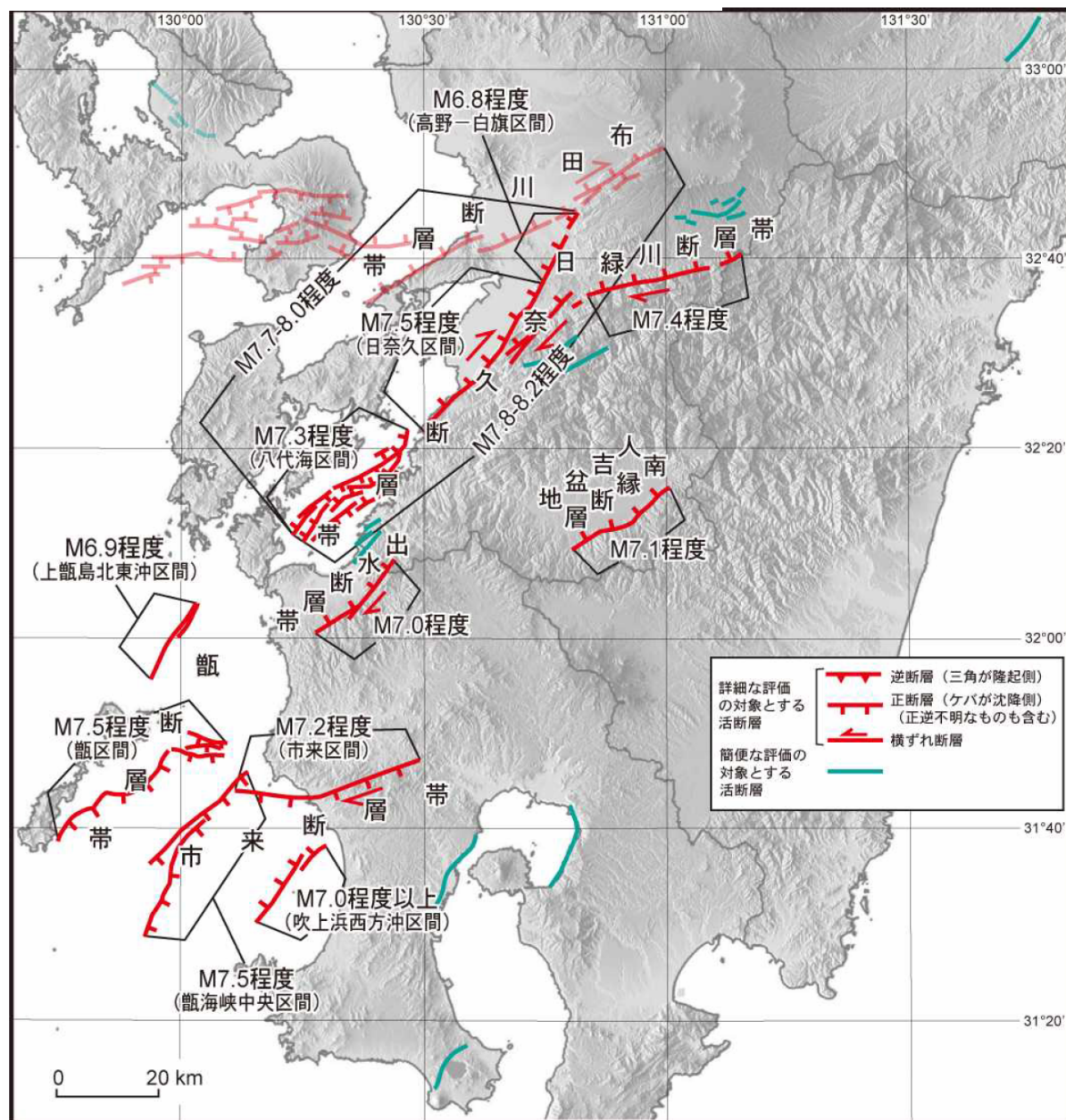


図17 九州南部の活断層の特性と想定される地震の規模



活断層の特性(九州南部)

<新たに評価対象となった活断層>

- 詳細な評価: 緑川断層帯、甕断層帯、市来断層帯
- 簡便な評価: 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、鹿児島湾西縁断層帯、池田湖西断層帯

<評価を改訂した主要活断層帯>

- 日奈久断層帯(布田川・日奈久断層帯を分割、区間範囲を見直し)
新たな調査結果を踏まえ、活動区間の区切り、および八代海区間の南端位置を変更

特性: 表7
(評価文p28)

将来の活動: 表8
(評価文p29)

■ 区域の特徴

□ 正断層成分を伴う活断層が多い

- 西側: 北東－南西から東北東－西南西方向に延びる活断層が分布。一部右横ずれを伴う
- 南西側: 東北東－西南西から北東－南西方向に延びる活断層が分布

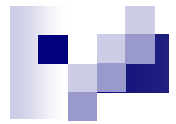
□ 被害地震であっても、地表にずれの痕跡が認められていない例が見られる

□ 桜島、霧島などの火山が分布する鹿児島地溝では、過去にM7程度の被害地震も発生

⇒ 評価した活断層以外でも被害地震が発生する可能性

■ 区域内の活断層で発生する最大の地震

- 日奈久断層帯全体が同時に活動: M7.7～8.0程度
- 日奈久断層帯全体＋布田川断層帯布田川区間が同時に活動: M7.8～8.2程度



九州地域の活断層で発生する地震の長期評価

■ 個々の活断層での地震発生確率の算出

- 平均活動間隔と最新活動時期が判明している場合：BPT分布を適用
- 最新活動時期が不明な場合：ポアソン過程
- 平均活動間隔が不明な場合：
 - 平均変位速度 S (m/千年)と1回変位量 D (m)から $R=D/S$ で算出
 - 平均変位速度：「新編日本の活断層」等を示された活動度に応じて仮定(評価文p78 付表1)

従来の評価と同じ

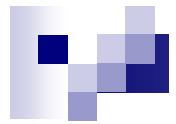
■ 評価地域の地震の発生確率の算出

- 「活断層の長期評価手法」報告書(暫定版)に基づき計算(評価文p78 付録4-2)

■ 発生確率の幅の取扱い

- 最新活動時期や平均活動間隔に幅があるため、算出される発生確率も大きな幅を持つ
- 区域内の活断層を組み合わせた場合の確率値の分布をモンテカルロ法で評価し、発生確率の最適な幅を評価(評価文p78付録4-3)

■ 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の考慮

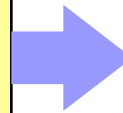


地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震

中越地震で地表地震断層が認められた小平尾地点でのトレンチ調査

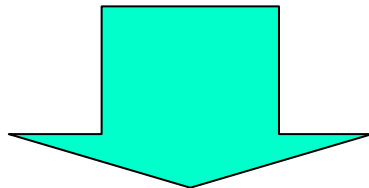
中越地震に伴う変位量は最大でも20cm

トレンチ調査結果のみから中越地震を
イベントとして把握できない？



「地表地質調査で痕跡を認めにくい地震」
が過小評価されている可能性

「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」が
単位区間で発生する可能性を考慮



主要活断層帯において過去に発生したM6.8以上の地震で、
明瞭な地表地震断層を伴う場合とそうでない場合の出現傾向
(2:1)を参照

対象となる「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地震発生確率を求める。（「活断層の長期評価手法」報告
書(暫定版)p.58）

地震規模は、最大で地表の活断層長から想定される地震と同一規模、最小でM6.8
とする。（「活断層の長期評価手法」報告書(暫定版) p.58）

活断層で発生するM6.8以上の地震発生確率(今後30年)

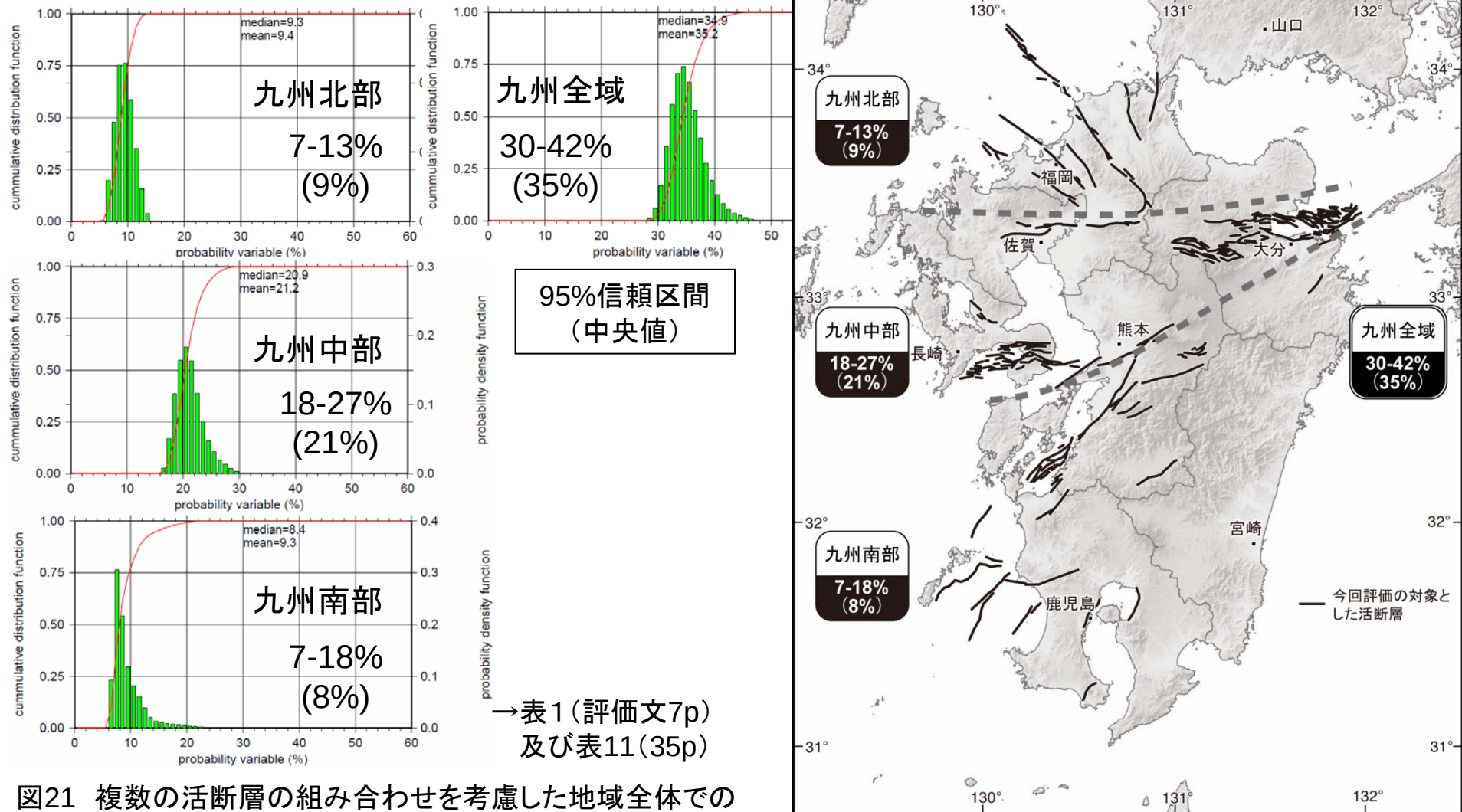
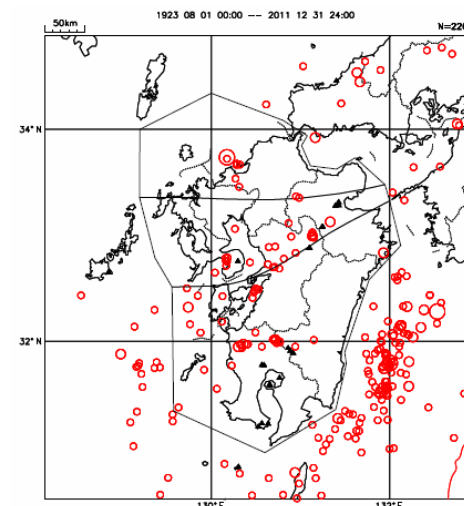
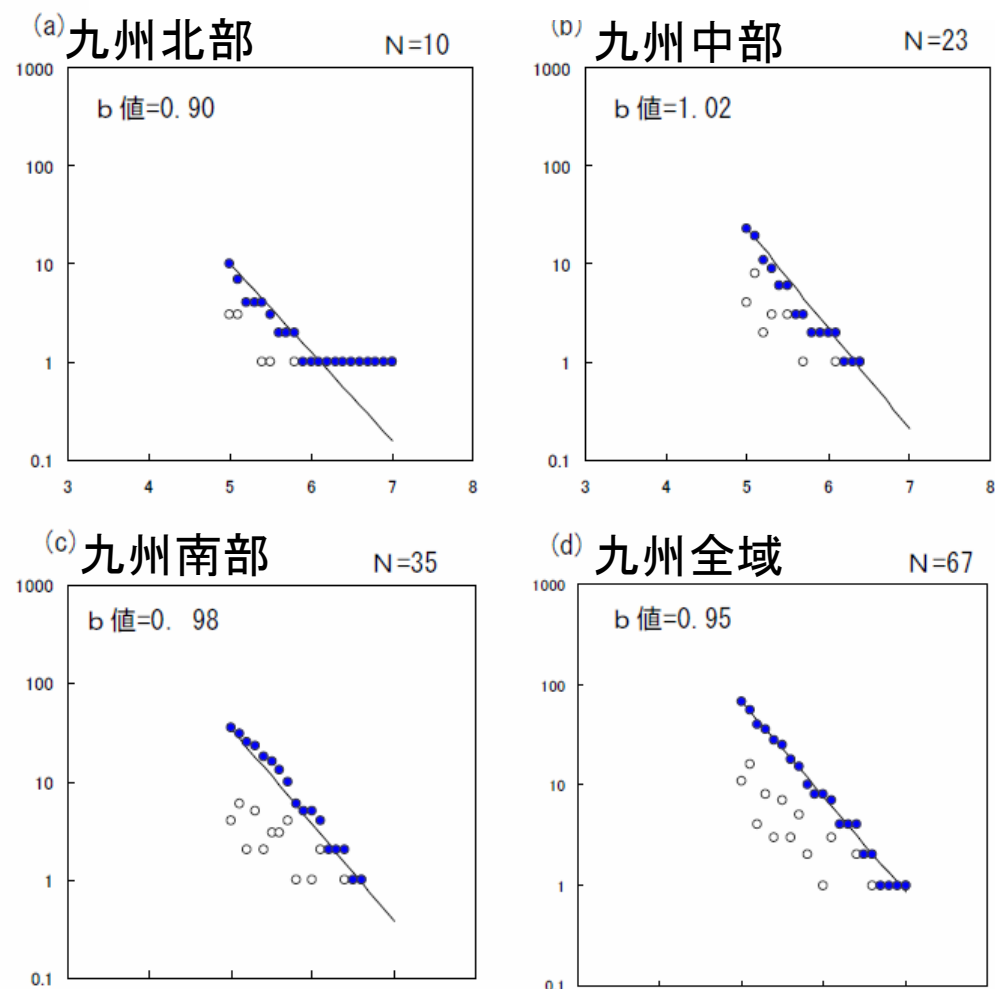


図21 複数の活断層の組み合わせを考慮した地域全体でのM6.8以上の地震が30年以内に発生する確率評価

九州中部は活動性の高い活断層が密に分布することを反映し、確率値が最も高い。ただし、北部や南部も決して低い値ではないことに注意が必要。

地震活動から求めたM6.8以上の地震発生確率(30年)

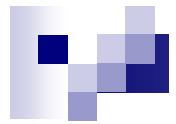


	活断層から求めた確率値	地震活動に基づく確率値
九州北部	7-13 (9)	8
九州中部	18-27 (21)	11
九州南部	7-18 (8)	19
九州全域	30-42 (35)	36

図21 図10に基づく1923ー2011年の88年間に観測された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)の回帰結果

→表11(評価文35p)

地域内の活断層でM6.8以上の地震を発生させる可能性が正しく評価され、かつ地震活動が長期間での平均的な状態と一致している場合には、両者の確率値が等しくなると考えられる。しかし、実際には地震観測の期間はわずか90年間で、数千年の平均活動間隔を持つ活断層と比べて非常に短く、長期間の傾向を代表していない可能性があるなど、値の解釈には注意が必要。

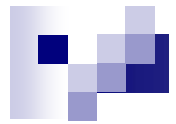


今後に向けて

- 九州地域の活断層で発生するM6.8以上の地震の長期評価を行った。
- ただし、以下のような課題が残されている。
 - 評価対象とした活断層が限定されている。
 - 活断層で発生するM6.8より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、今回は評価の対象としていない。
 - 伏在活断層や活動が低頻度の活断層を見落としている可能性がある。
 - 沿岸海域の活断層については、情報が十分ではないため、評価の対象としたのは一部に限られる。
 - 評価した活断層に関するデータが十分ではない。
 - 活動履歴が不明のものや、活動年代が絞り込めていないものが少なくなく、隣接する活断層の連動性やその確率、断層活動の時間・空間的な特性を検討できていない。
 - 活動性や地下形状等の情報が不明なものが多い。(特に主要活断層帯以外の活断層)



- 個々の活断層について、活動履歴や断層形状に関するデータを充実させるための調査
- 活動履歴が不明な活断層については古地震調査の実施、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のための調査
- 隣接する活断層の連動等、活断層で発生する多様な地震を考慮した評価手法の検討



その他 評価の際の課題点

- 活断層の地下における延長部の評価
 - 重力異常等に基づき、活断層から延長する地下の断層の存在を推定している
 - ただし、現在も活動性のある活構造かどうかは重力異常のみでは判断が困難⇒ 詳細な変動地形調査が重要

- 地表の痕跡からは活動を認めにくい地震の発生割合
 - 固有規模の地震との発生割合の真の値が不明なため、仮定値を用いているという問題点⇒ 活断層の周辺までを含めた変動地形調査、ボーリング調査等を行うことで、地表の痕跡からは活動を認めにくい地震の影響の見積りが可能？



(参考) モンテカルロ法による、地震発生確率値の算出方法

