

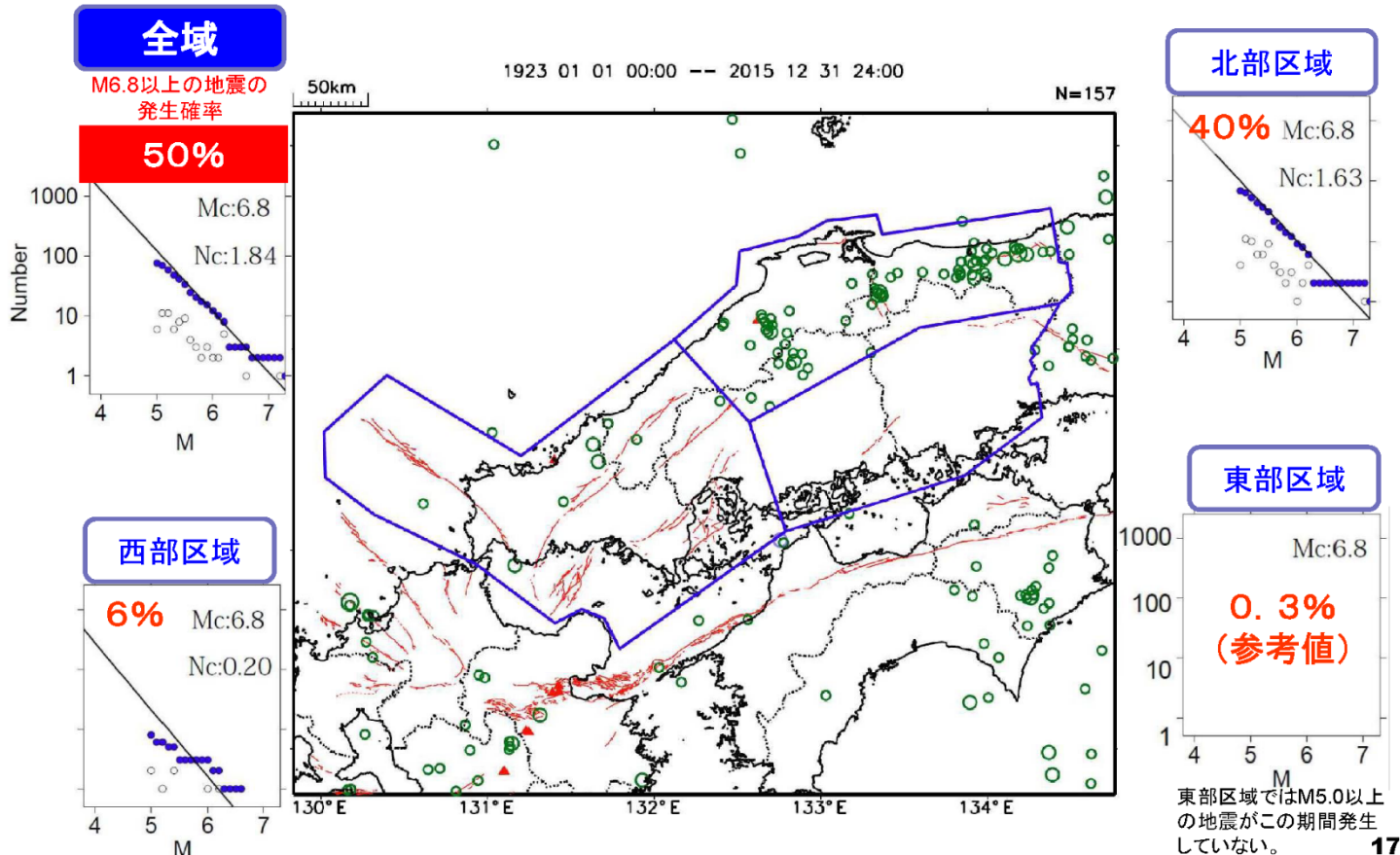
活断層を特定しない地震の確率評価について (G-R則に基づく地震の確率評価)

活断層を特定しない地震の確率評価

④中国地域の活断層で発生する地震の長期評価

手法2) 区域内の最近の地震活動から統計的経験則により地域の発生確率を求める

1923.1~2015.12(93年間) 深さ25km以下で発生したM5.0以上の地震の規模別度数



中国地域の活断層の長期評価(第一版)の概要

陸域活断層や海溝型地震の長期評価において、震源(活断層)を特定しない地震の確率評価が、領域内で発生した地震活動からグーテンベルク・リヒター(G-R)則に基づいて行われている

活断層を特定しない地震の確率評価 (陸域活断層の地域評価)

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。

九州地域の活断層の長期評価(第一版)

4-3. 活断層を特定しない地震の確率評価

活断層を特定しない場合の地震の確率評価として、ここでは、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」）に基づく方法を用いる。具体的な手順は次の通りである。

- (1) 全期間T（年間）の震源カタログを用いて規模別頻度分布を求め、G-R式にフィッティングする。
- (2) 得られたG-R式を用いて、ターゲットとするマグニチュード M_c を超える地震数 N_c を求める。
- (3) 地震1個あたりの年数（活動間隔） T_r （年間／個）を、 $T_r = T/N_c$ で計算する。
- (4) ポアソン過程のモデル $P(\Delta T) = 1 - \exp(-\Delta T/T_r)$ に基づいて30年確率 $P(30)$ を求める。

本評価では、 $M_c=6.8$ とし、まず、1997年10月の気象庁における地震観測データの一元化処理業務開始以降、2015年9月までに発生したM3.0以上の地震をG-R式に当てはめてb値を推定する。次に、そのb値を、1923年1月から2015年12月までの92年間のカタログから得られるM5.0以上の規模別頻度分布に適用し、 N_c および T_r 、そして $P(30)$ を計算する。

中国地域の活断層の長期評価(第一版)

活断層を特定しない地震の確率評価 (日本海南西部の海域活断層の長期評価)

8-2 活断層を特定しない地震発生の確率評価の計算の詳細

活断層を特定せずにある地域で発生する地震の確率は、地震のマグニチュードと規模別頻度との間の経験式（グーテンベルク・リヒターの式、「G-R 式」(Gutenberg and Richter, 1944) に基づき推定することができる。しかしながら本評価対象海域においては地震活動が低調であり、精度の高いパラメータ推定が困難であるが、G-R 式に基づく地震発生の確率値は、ある領域の活断層が活動することによる地震の発生確率とは異なったデータや条件で推定しているため、これらの結果を比較することも重要である。本評価では、活断層を特定しない地震の確率評価による今後 30 年以内に M7.0 以上の地震が発生する確率についても参考のために試算することとした。

具体的な手順は次の通りである。

- (i) 全期間 T (年間) の震源カタログを用いて規模別頻度分布を求め、G-R 式にフィッティングする。
- (ii) 得られた G-R 式を用いて、ターゲットとするマグニチュード M_c を超える地震数 N_c を求める。
- (iii) 地震 1 個あたりの年数 (活動間隔) Tr (年間/個) を、 $Tr = T/N_c$ で計算する。
- (iv) ポアソン過程のモデル $P(\Delta T) = 1 - \exp(-\Delta T/Tr)$ に基づいて 30 年確率 $P(30)$ を求める。

本評価では、 $M_c = 7.0$ とし、1919 年 1 月から 2019 年 12 月までの約 100 年間の気象庁震源カタログから得られる M5.0 以上の地震を用い、 N_c 及び Tr 、そして $P(30)$ を試算し、表 9 に記載した。なお、過程 (i) において、1919 年から 2019 年の約 100 年間に本評価対象海域において観測された M5.0 以上の地震発生個数は非常に限られるため、安定した b 値を推定することができない。そこで b 値の推定には陸域の観測網が充実した 1997 年 10 月から 2019 年 12 月までに発生した M3.0 以上の地震 (注 12) から求めた。

活断層を特定しない地震の確率評価

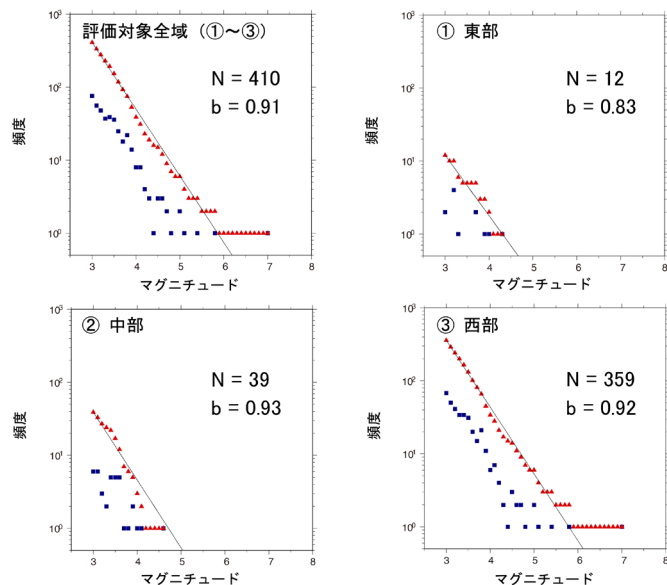
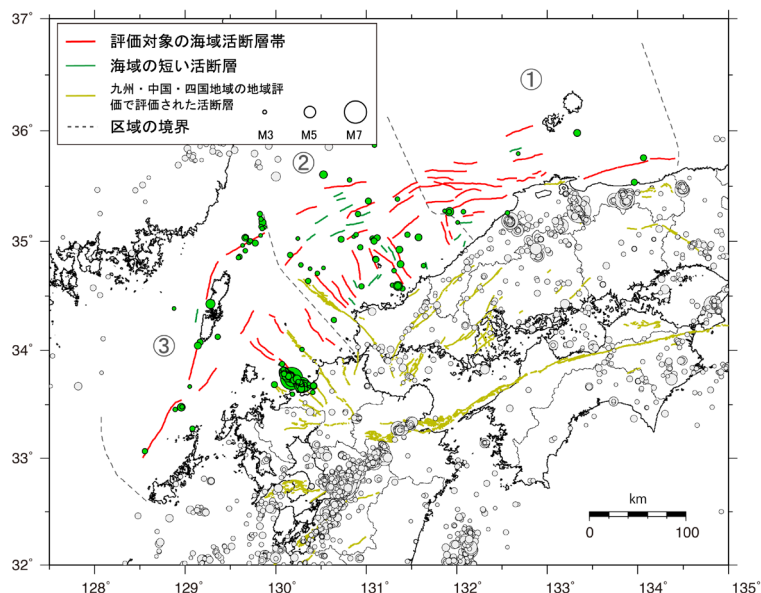


図 13 1997 年 10 月から 2019 年 12 月の日本海南西部における深さ 25 km 以浅の地震 (M3.0 以上) の規模 (マグニチュード) と規模別度数の経験式的回帰の結果 (データは気象庁提供)
青四角は規模別度数、赤三角は累積値を表す。回帰には、M3.0 以上の地震 (上図の緑丸) を用いた。N は M3.0 以上の地震の個数、b は回帰直線の傾きを表す。

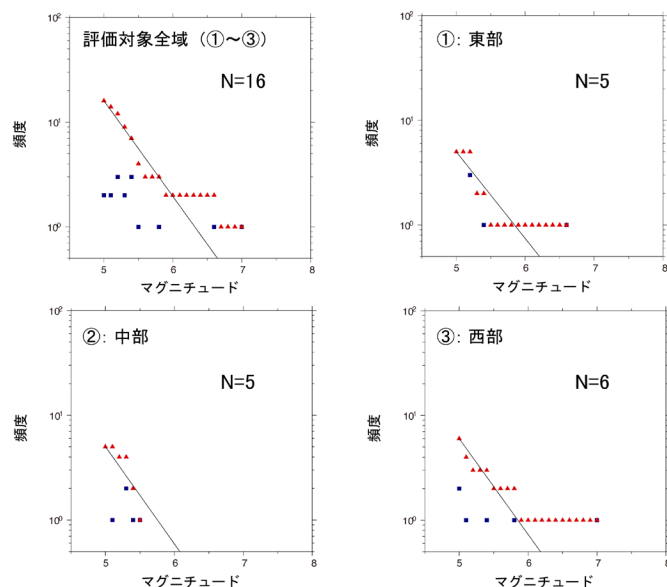
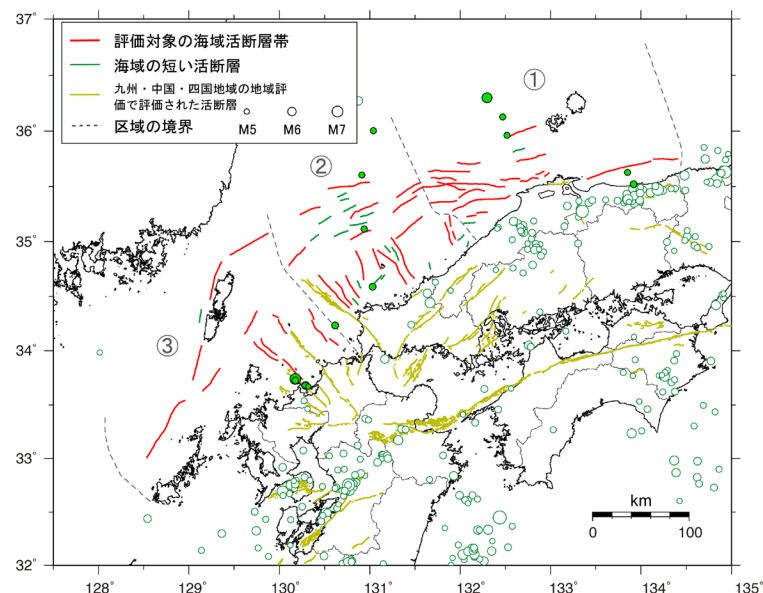


図 30 1919 年 1 月から 2019 年 12 月までの 101 年間の日本海南西部における深さ 25 km 以浅の地震の規模 (マグニチュード) と規模別度数の経験式的回帰の結果 (データは気象庁提供)
青四角は規模別度数、赤三角は累積値を表す。回帰には、M5.0 以上の地震 (上図の緑丸) を用いた。回帰直線の傾き (b 値) については図 13 で推定した値を用いた。

活断層を特定しない地震の確率評価(試算値)

- ・ カタログ期間ならびに下限マグニチュードが異なる4パターンでM7.0以上の地震が30年以内に発生する確率を試算

パターン① ※ 陸域活断層の地域評価で採用されている手法

1997年10月～2024年8月(M3.0以上、深さ30 km以浅)の地震を用いてG-R則のb値を推定
上記のb値を用いて1919年1月～2024年8月のM5.0以上の地震に対してフィッティングし、
確率を算出

パターン② (参考)

カタログ期間: 1997年10月～2024年8月
下限マグニチュード: 3.0以上、深さ30 km以浅

パターン③ (参考)

カタログ期間: 1919年1月～2024年8月
下限マグニチュード: 5.0以上、深さ30 km以浅

パターン④ (参考)

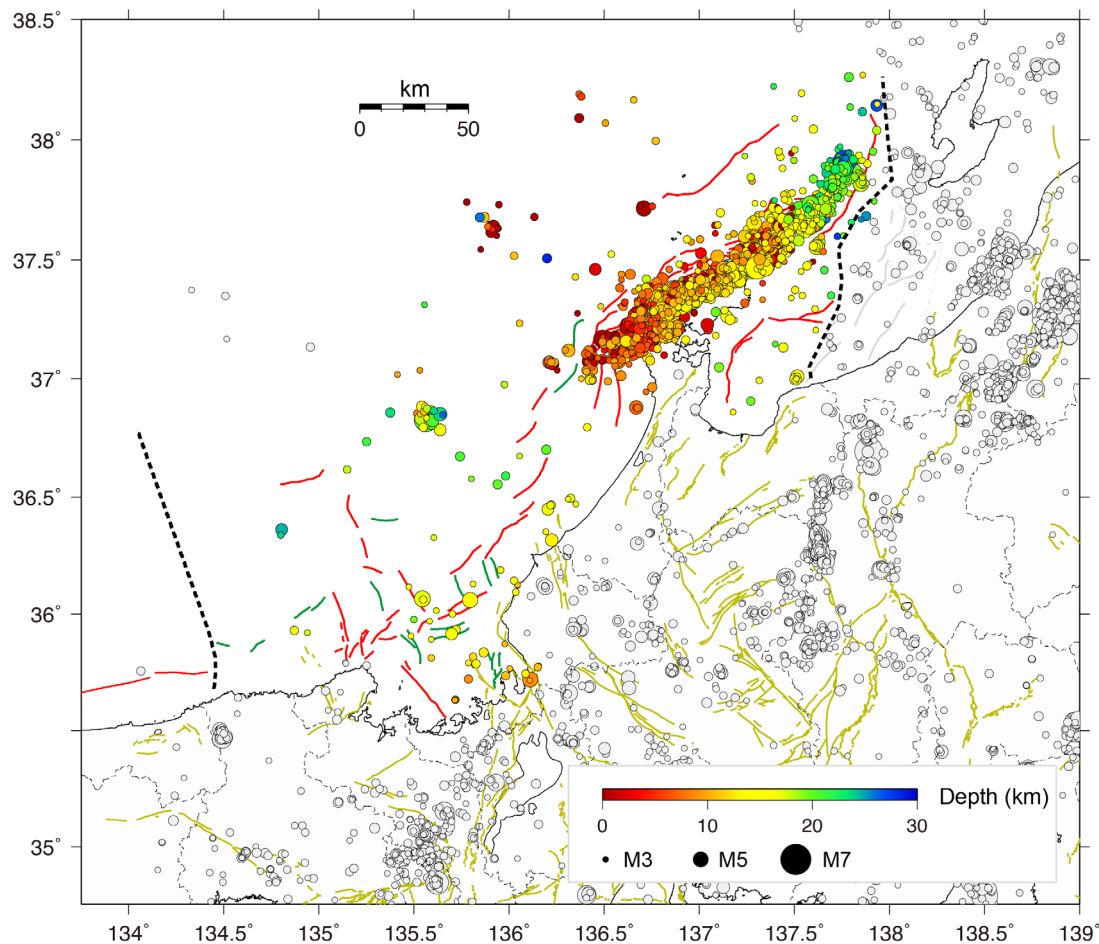
※ パターン①から、能登半島における群発活動開始(2020年12月)以降の期間を除いた場合

1997年10月～2020年11月(M3.0以上、深さ30 km以浅)の地震を用いてG-R則のb値を推定
上記のb値を用いて1919年1月～2020年11月のM5.0以上の地震に対してフィッティングし、
確率を算出

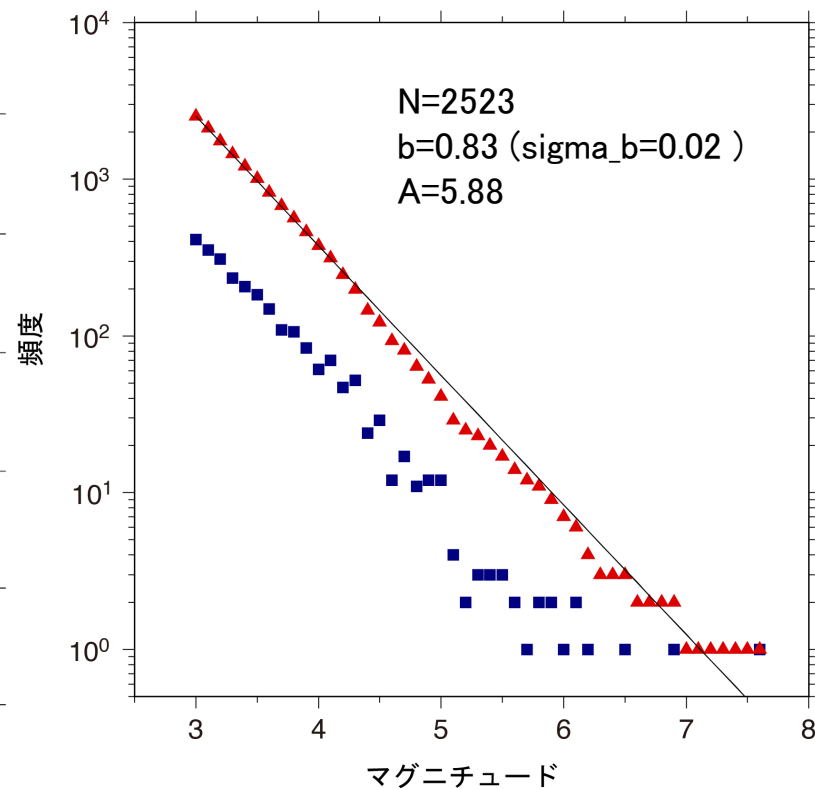
気象庁一元化以降の震源分布ならびにG-R則のパラメータ推定値 (日本海南部全域)

震央分布図

(1997年10月1日～2024年8月31日 深さ0～30km、 $M \geq 3.0$)

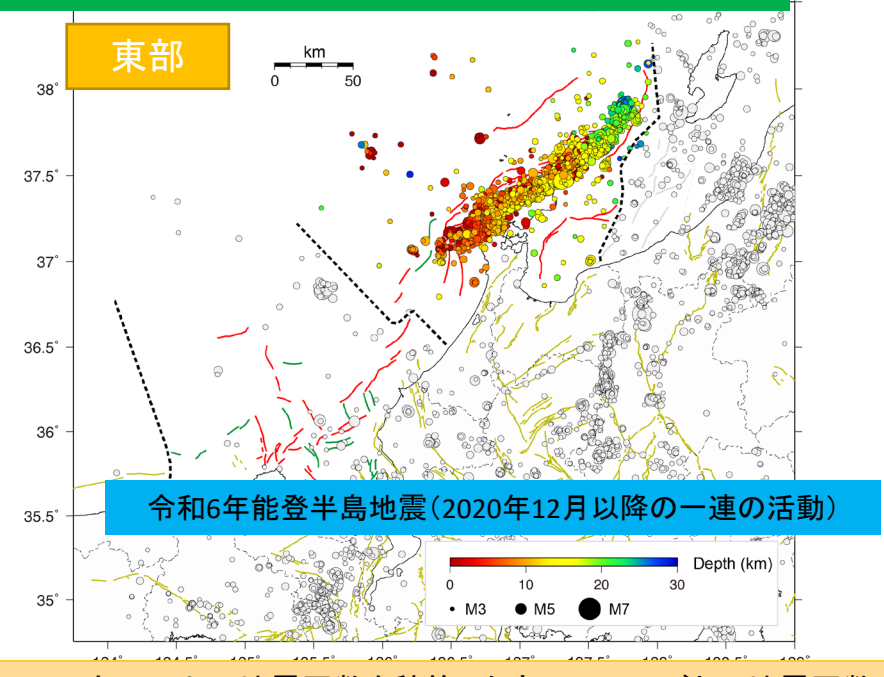
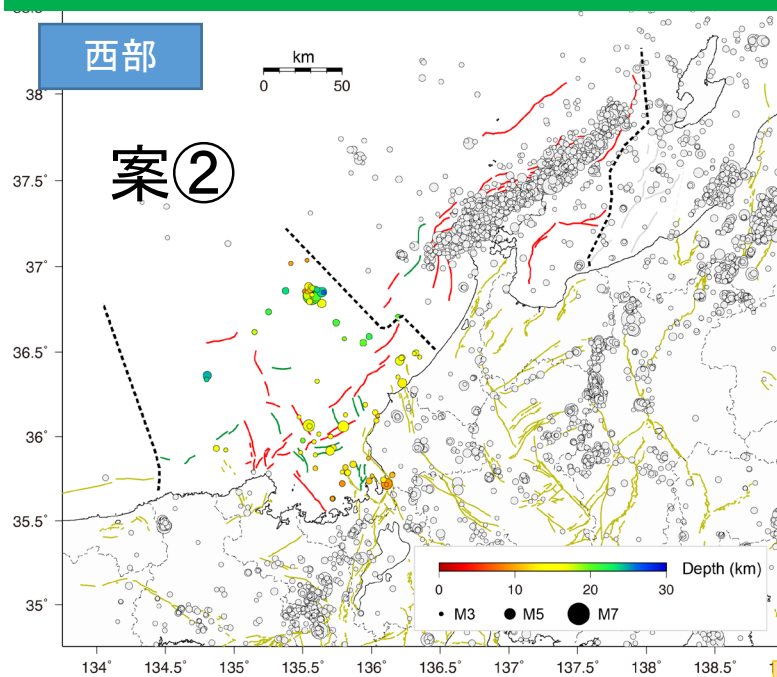


▲: M大→M小へ地震回数を積算したもの
■: Mごとの地震回数



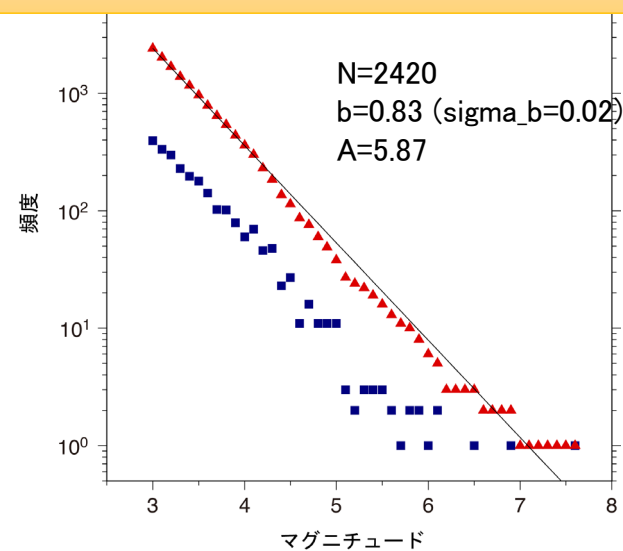
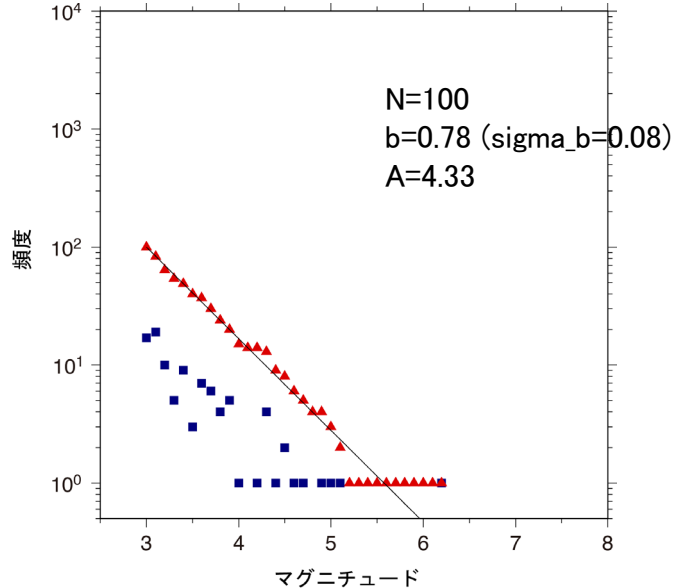
気象庁一元化以降の震源分布ならびにG-R則のパラメータ推定値

震央分布図（1997年10月1日～2024年8月31日 深さ0～30km、 $M \geq 3.0$ ）



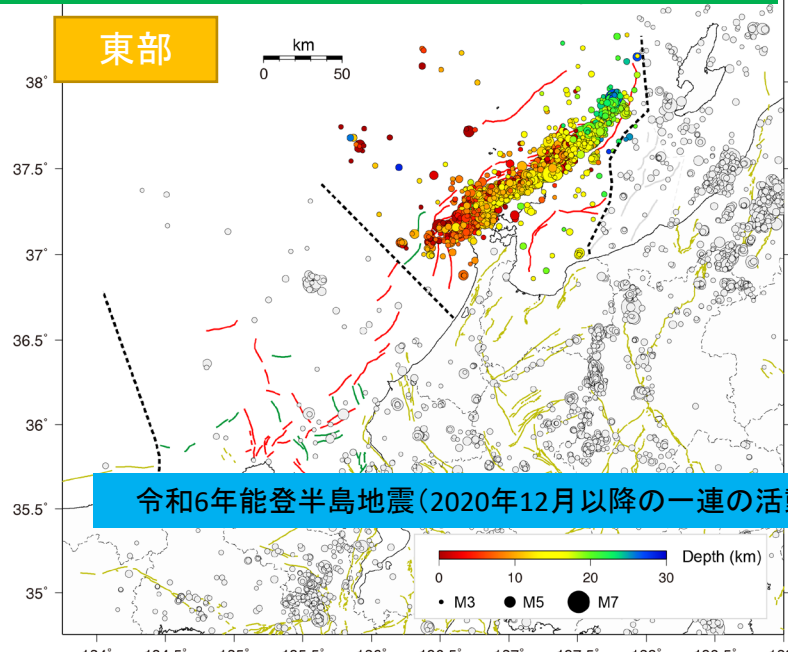
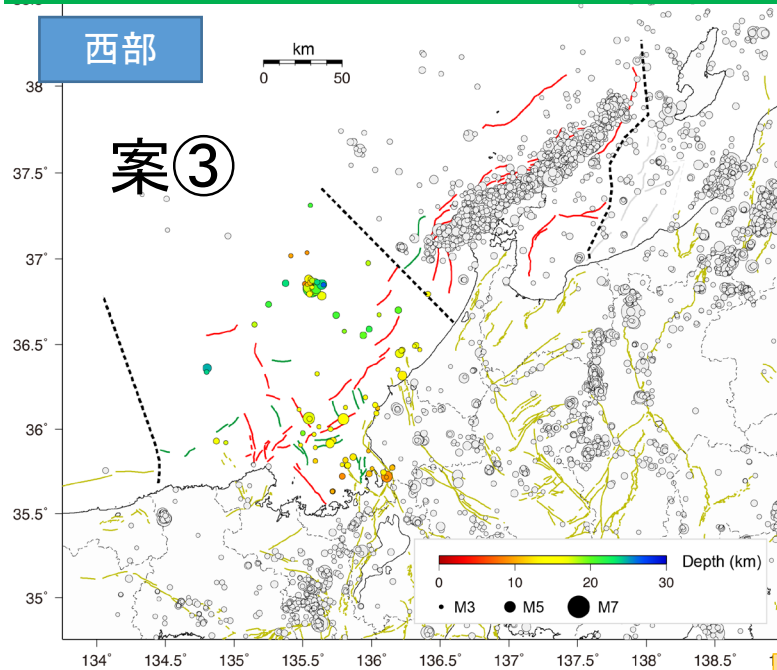
令和6年能登半島地震(2020年12月以降の一連の活動)

▲ : M大→M小へ地震回数を積算したもの ■ : Mごとの地震回数



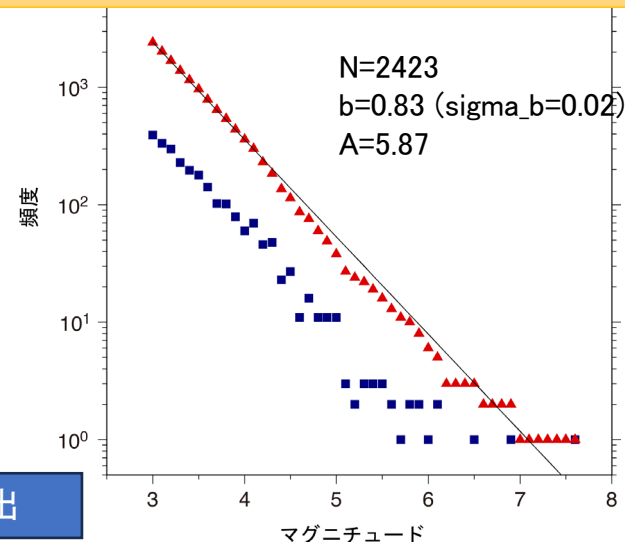
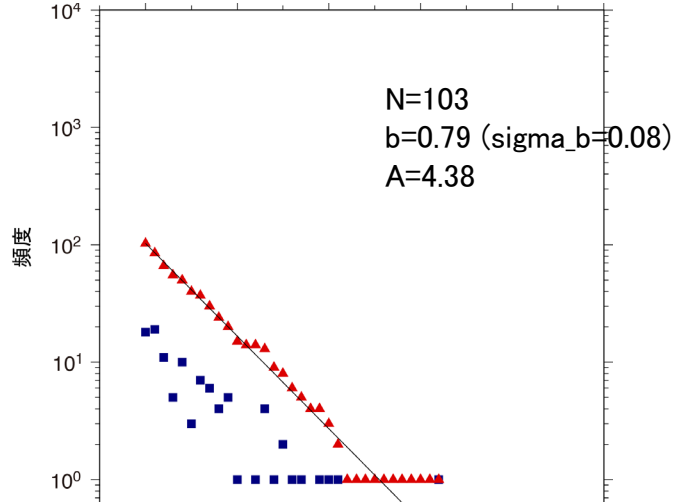
気象庁一元化以降の震源分布ならびにG-R則のパラメータ推定値

震央分布図（1997年10月1日～2024年8月31日 深さ0～30km、 $M \geq 3.0$ ）



令和6年能登半島地震(2020年12月以降の一連の活動)

▲ : M大→M小へ地震回数を積算したもの ■ : Mごとの地震回数



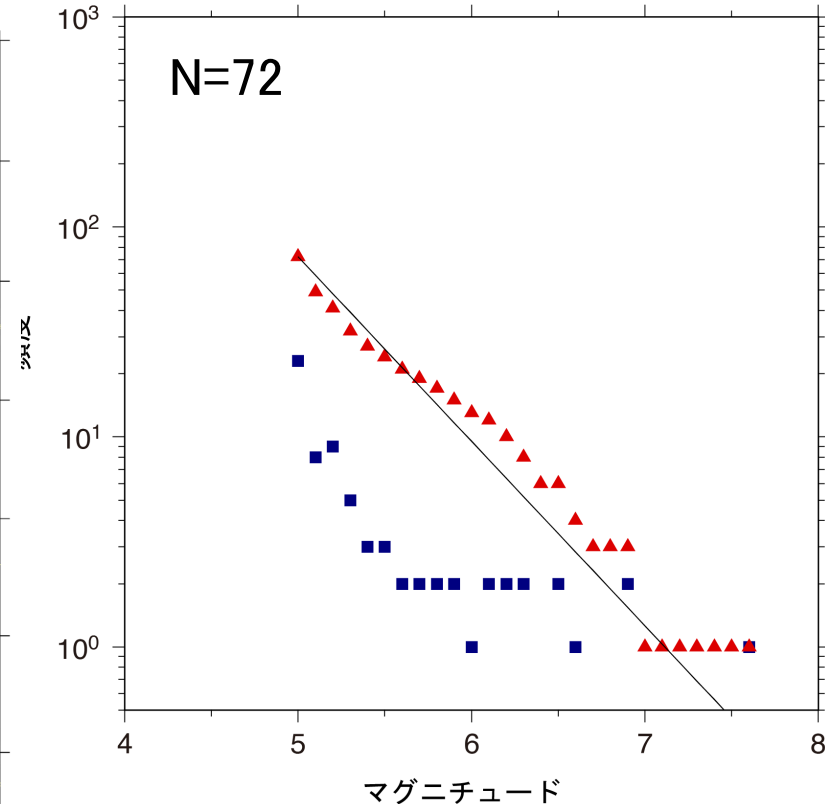
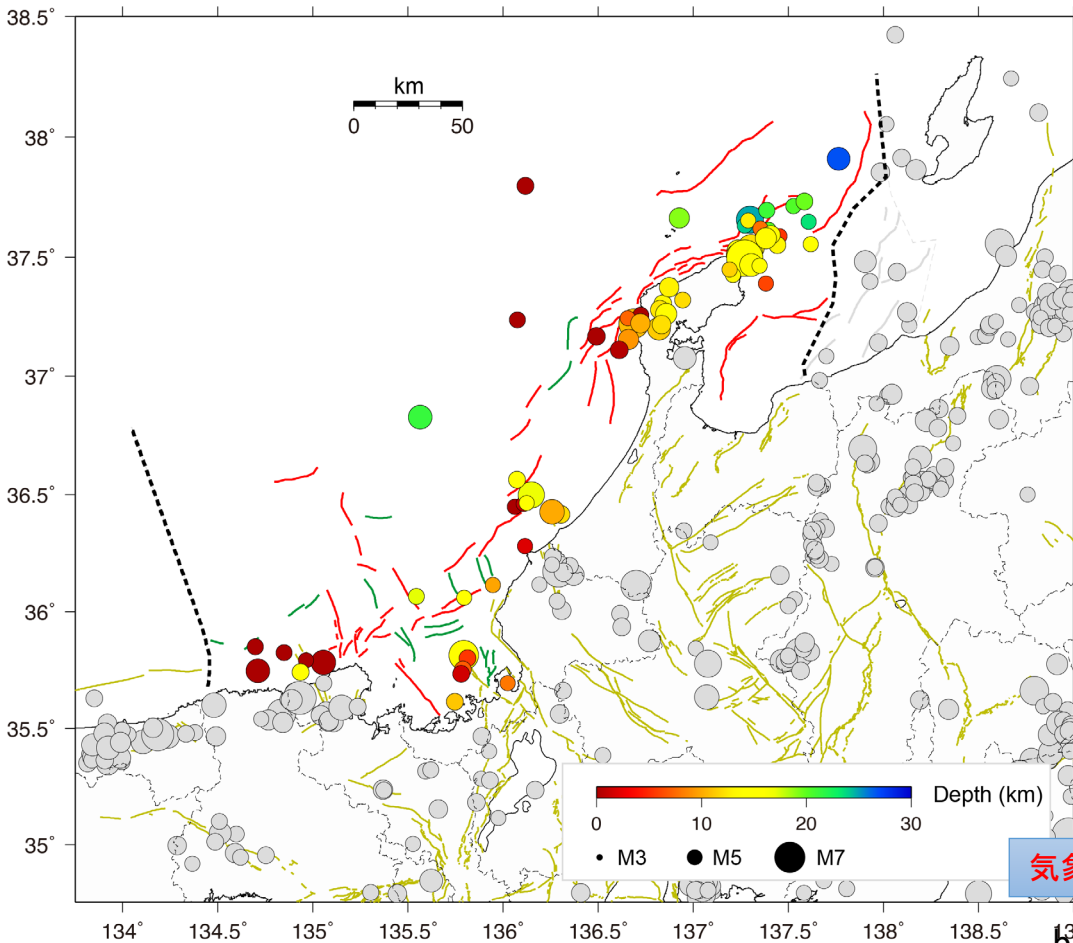
区域分けによって殆ど変化は見られない→案③で確率算出

1919年1月以降の震源分布ならびにG-R則のパラメータ推定値 (日本海南部全域)

▲: M大→M小へ地震回数を積算したもの
■: Mごとの地震回数

震央分布図

(1919年1月1日～2024年8月31日 深さ0～30km、 $M \geq 5.0$)



気象庁一元化以降のM3以上地震から推定したb値を用いた場合

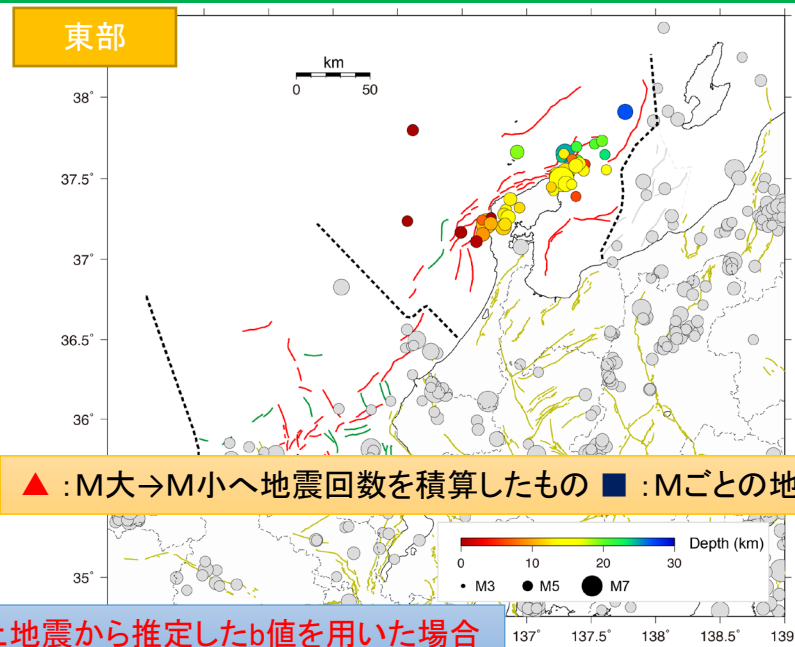
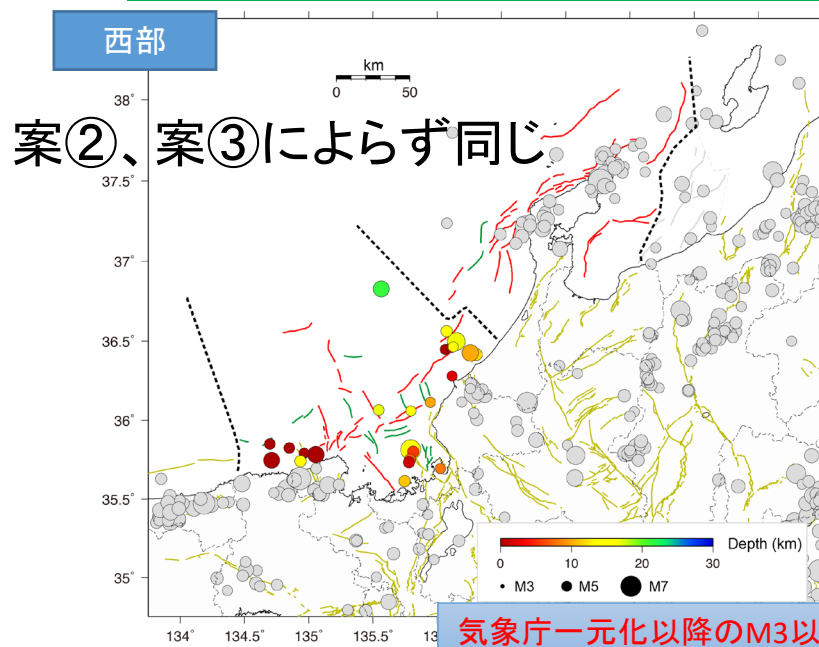
$b=0.83$ ($\sigma_b=0.02$) $A=5.99$

1919年1月以降のM5以上地震から推定したb値を用いた場合

$b=0.88$ ($\sigma_b=0.12$) $A=6.25$

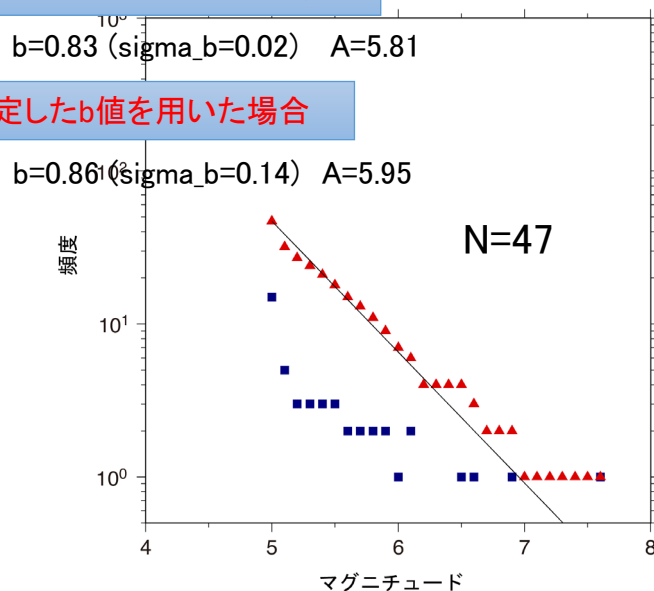
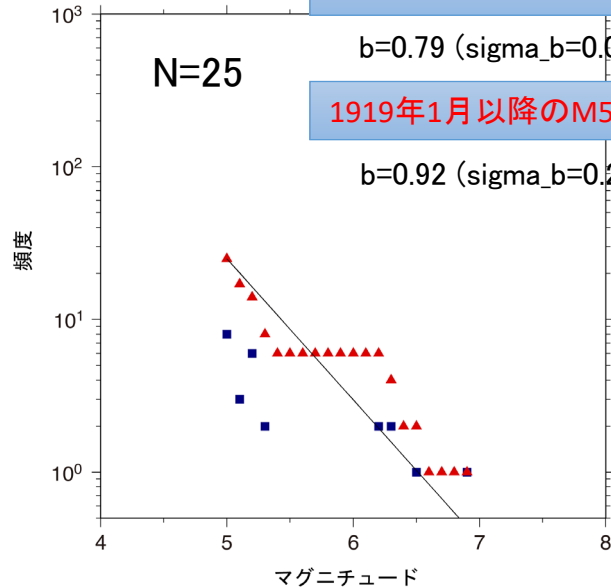
1919年1月以降の震源分布ならびにG-R則のパラメータ推定値

震央分布図（1919年1月1日～2024年8月31日 深さ0～30km、 $M \geq 5.0$ ）



▲ : M大→M小へ地震回数を積算したもの ■ : Mごとの地震回数

気象庁一元化以降のM3以上地震から推定したb値を用いた場合



活断層を特定しない地震の確率評価(試算値)

パターン①(全域:40%程度、西部:20%程度、東部:30%程度)

1997年10月～2024年8月(M3.0以上)の地震を用いてG-R則のb値を推定

上記のb値を用いて1919年1月～2024年8月のM5.0以上の地震に対してフィッティングし、確率を算出

※ 陸域活断層の地域評価で採用されている手法

パターン②(全域:80%程度、西部:8%程度、東部:70%程度)

カタログ期間:1997年10月～2024年8月

下限マグニチュード:3.0以上

※ 令和6年能登半島地震(一連の活動)が多分に含まれ、ポアソン過程を用いた確率評価は妥当ではない可能性が高い

パターン③(全域:30%程度、西部:10%程度、東部:20%程度)

カタログ期間:1919年1月～2024年8月

下限マグニチュード:5.0以上

パターン④(全域:20%程度、西部:20%程度、東部:7%程度)

1997年10月～2020年11月(M3.0以上、深さ30 km以浅)の地震を用いてG-R則のb値を推定

上記のb値を用いて1919年1月～2020年11月のM5.0以上の地震に対してフィッティングし、確率を算出

※ パターン①から、能登半島における群発活動開始(2020年12月)以降の期間を除いた場合

(案) 陸域活断層の地域評価と同様の手法を用いて算出されたパターン①の結果を活断層を特定しない地震の確率評価として採用し、参考値としてパターン④を掲載

※ 今後のカタログの更新等により確率値は変更の可能性がある