

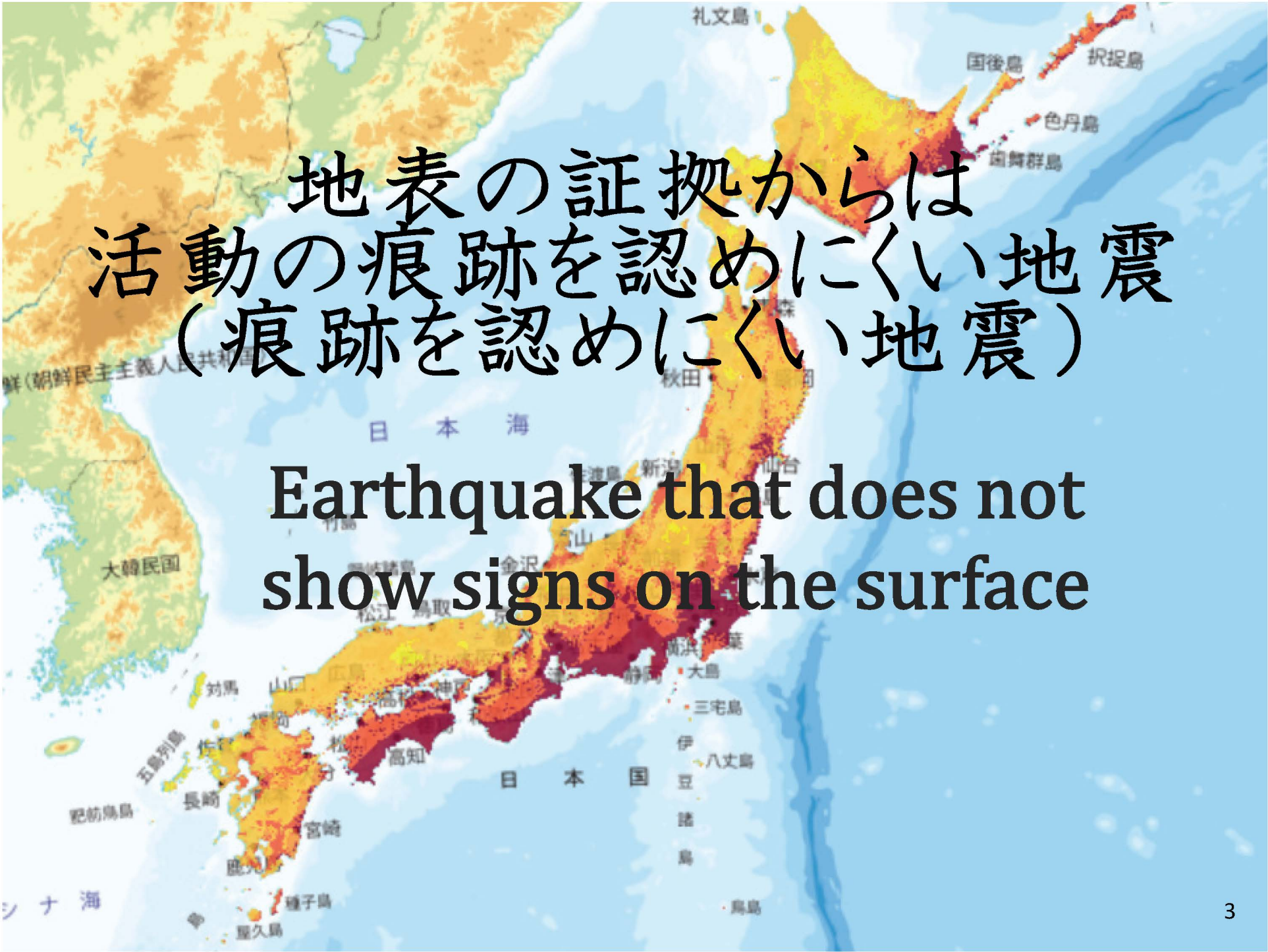
地震本部の
「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」と
「活断層が特定されていない場所で発生する地震」
について

大島 光貴 (清水建設(株))

On evaluation of
「Earthquake that does not show signs on the surface」and
「Inland earthquake whose seismic source is difficult to identify」
by Earthquake Research Promotion (HERP)

Shimizu Corporation

地震タイプ 評価項目ごとの 主なデータ	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	南海トラフの大地震	フィリピン海プレートの 特定しにくい地震	中央構造線断層帯の 地震	その他内陸活断層の 地震	内陸活断層の固有 規模より小さい地震	陸側プレートの 特定しにくい地震
(a)場所 (位置・形状)	南海トラフの歴史地震、 地震本部の評価、内閣 府の評価、GPSデータに よる固着域、地震カタ ログ	安芸灘～伊予灘の歴史 地震、地震本部の評価、 地震カタログ、震源分 布によるフィリピン海プレート 上面の形状	敷地周辺の地形・地 質・活断層分布、伊予 灘の海上音波探査記録、 中央構造線の深部地下 構造、中央構造線断層 帯の変位量、地震発生 層厚さ、地震活動、中 央構造線付近のGPSデータ、 熊本地震の知見	敷地周辺の地形・地 質・活断層分布、地震 本部の地域評価（中国 地域・九州地域）	(3) (4)に同じ	地震地体構造区分の事 例、地震活動、地震発 生層厚さ、地震本部の 評価
(b)規模 (運動性評価 を含む)	南海トラフの歴史地震、 地震本部の評価、内閣 府の評価	安芸灘～伊予灘の歴史 地震、地震本部の評価、 歴史地震の規模の再評 価、フィリピン海プレート内地 震の発生環境、地震カ タログ	中央構造線断層帯の ジョグの形状、中央構 造線断層帯の歴史地震、 中央構造線断層帯のセ グメント区分の事例、 地震発生層厚さ、熊本 地震の知見	活断層長さ、断層面積、 地震本部の地域評価 (中国地域・九州地 域)	地震本部の評価、地震 カタログ、長野県北部 (神城断層)地震の知 見、熊本地震の知見	地震地体構造区分の事 例、活断層との対応が 明確でない地震の事例、 地震断層出現率、地震 本部の評価、地震発生 層厚さ、地震カタログ
(c)発生確率 (活動間隔と 最新地震後 経過時間)	南海トラフの歴史地震、 地震本部の評価、内閣 府の評価	安芸灘～伊予灘の歴史 地震、地震本部の評価、 地震カタログ	中央構造線断層帯の古 地震学的データ、中央構 造線断層帯の歴史地震、 中央構造線断層帯の変 位量・変位速度、GPS データによる変位速度	活動度等からの推定式、 地震本部の地域評価 (中国地域・九州地 域)	地震本部の評価、地震 カタログ、長野県北部 (神城断層)地震の知 見、熊本地震の知見	地震本部の評価、地震 カタログ
(d)アスペリティの 位置	地震本部の評価、内閣 府の評価、海上保安庁 の地殻変動観測データ	—	中央構造線断層帯の変 位量・変位速度、活断 層の分岐形状、熊本地 震の知見	—	—	—
(e)破壊開始地点 の推定	地震本部の評価、内閣 府の評価	—	活断層の分岐形状、熊 本地震の知見	—	—	—



地表の証拠からは
活動の痕跡を認めにくい地震
(痕跡を認めにくい地震)

Earthquake that does not
show signs on the surface

地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の定義(地震本部, 2010)

Definition of an earthquake that does not show signs on the surface (HERP, 2010)

主要活断層帯で発生した主な内陸浅発地震と地表地震断層との関係
Data on emergence of surface fault rupture at major active faults

○地震本部(2010)では、活断層で発生する地震のうち、堆積物に時間的欠損がなくとも、地表地質調査では確認できない断層活動が存在する可能性について、「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」として考慮することとしている。

○地震本部(2010)は、過去約160年間に主要断層帯で発生したとされるM6.8以上の内陸地震を対象に、地震発生に伴って明瞭な地表地震断層が現れたかどうかを検討し、明瞭な地表地震断層を伴う地震が8つ、伴わない地震が4つであったとしている。

年	地震名	地震規模(M)	関連する主要断層帯・活断層帯	地表地震断層の長さ(活動範囲)
1847	善光寺	7.4	長野盆地西縁断層帯	不明
1854	伊賀上野	7.25	木津川断層帯	なし
1858	飛越	7.0-7.1	跡津川断層帯	不明
1891	濃尾	8.0	濃尾断層帯	80 km
1894	庄内	7.0	庄内平野東縁断層帯(北部)	なし
1896	陸羽	7.2	横手盆地東縁断層帯+真昼山地東縁断層帯	36 km+6 km
1927	北丹後	7.3	山田断層帯(郷村+主部)	14 km+8 km
1930	北伊豆	7.3	北伊豆断層帯	30 km
1931	西埼玉	6.8	関東平野北西縁断層帯(平井-櫛挽)	なし
1948	福井	7.1	福井平野東縁断層帯(西部)	なし
1995	兵庫県南部	7.3	六甲・淡路島断層帯(主部:淡路島西岸/六甲山地南縁-淡路島東岸)	12 km(淡路島西岸)
2004	新潟県中越	6.8	六日町断層帯(北部)	1 km(注)

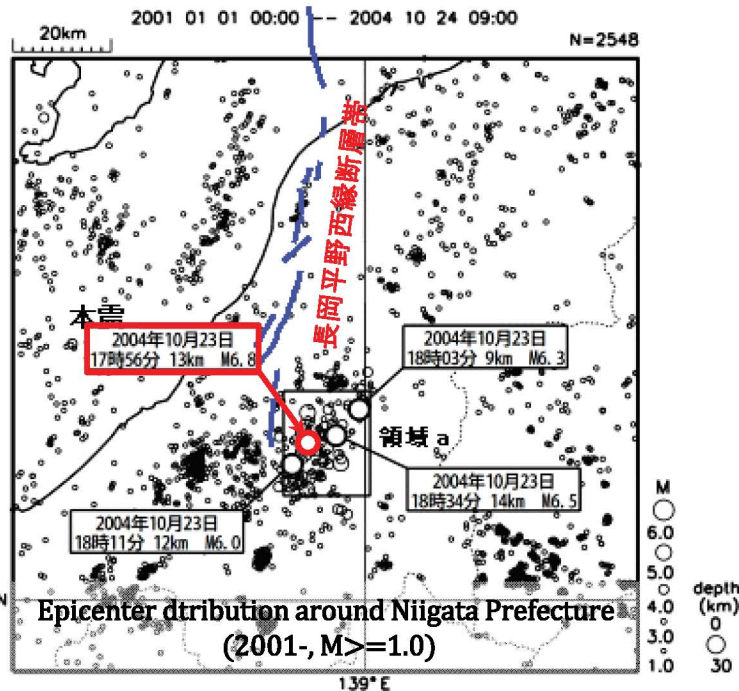
網掛けの欄は、地震発生時に地表地震断層を生じなかった活動区間

No surface rupture showed up for shaded earthquakes in above table.



◎痕跡を認めにくい地震の考慮のきっかけ

「活断層の長期評価手法(暫定版)」(地震本部, 2010)



■ 2004年新潟県中越地震 (M6.8)

- ◎ 最大震度7、死者68人、負傷者約4,800人、建物約17,000棟が全半壊。
- ◎ 活断層が特定されていない場所で発生。
- ◎ 明瞭な地表断層を生じなかった。
- ◎ 地震本部は、余震分布と平行な活断層が複数存在するものの、本震との対応は不明としている。また、長岡平野西縁断層帯は、本震の約10km西側に位置する西傾斜の逆断層であることから、震源断層ではないとしている。

※ 左図は2004年10月23日新潟県中越地震の評価(地震本部、2004)に加筆

地震本部の2014年長野県北部地震と糸魚川－静岡構造線断層帯の評価 Evaluation of Naganoken Hokubu Earthquake(2014) and Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line by HERP

2014年長野県北部地震(M6.7)

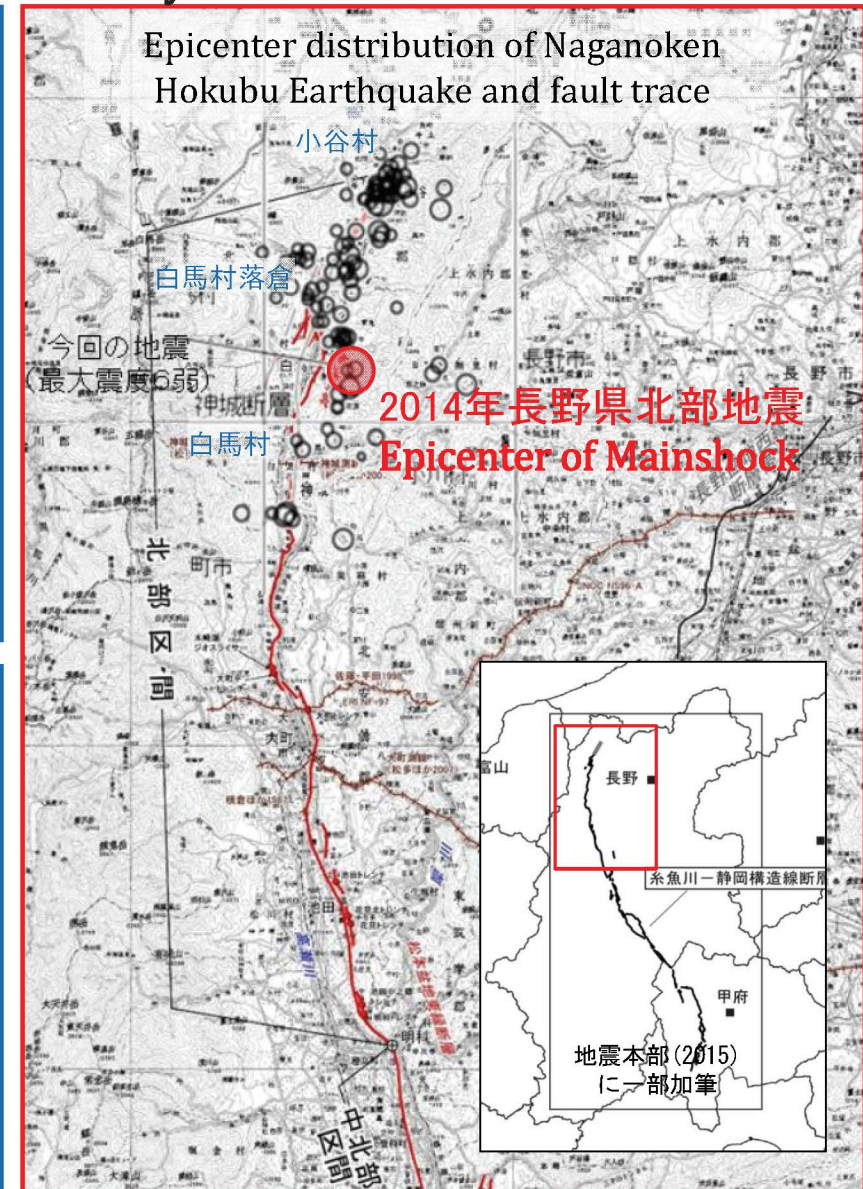
- 最大震度**6弱**、負傷者約**46**人、建物約270棟が全半壊。

2014年長野県北部地震(M6.7)の地震本部の評価

- 余震が姫川沿いに小谷村から白馬村の南北約20kmにかけて分布することと地殻変動から、すべりを生じた震源断層の長さは約20kmとしている。
- 2014年12月9日時点で、現地調査により約9kmの地表地震断層確認されたとし、本震の震央西方の白馬村北城志夫島付近では、最大約90cmの上下変位を伴う東側隆起の地表変状が確認されたとしている。
- 震源付近には糸魚川－静岡構造線活断層系の一部である神城断層が存在しており、この地震は**神城断層の一部とその北方延長が活動した**と考えられると評価。

糸魚川－静岡構造線断層帯の長期評価(第二版)

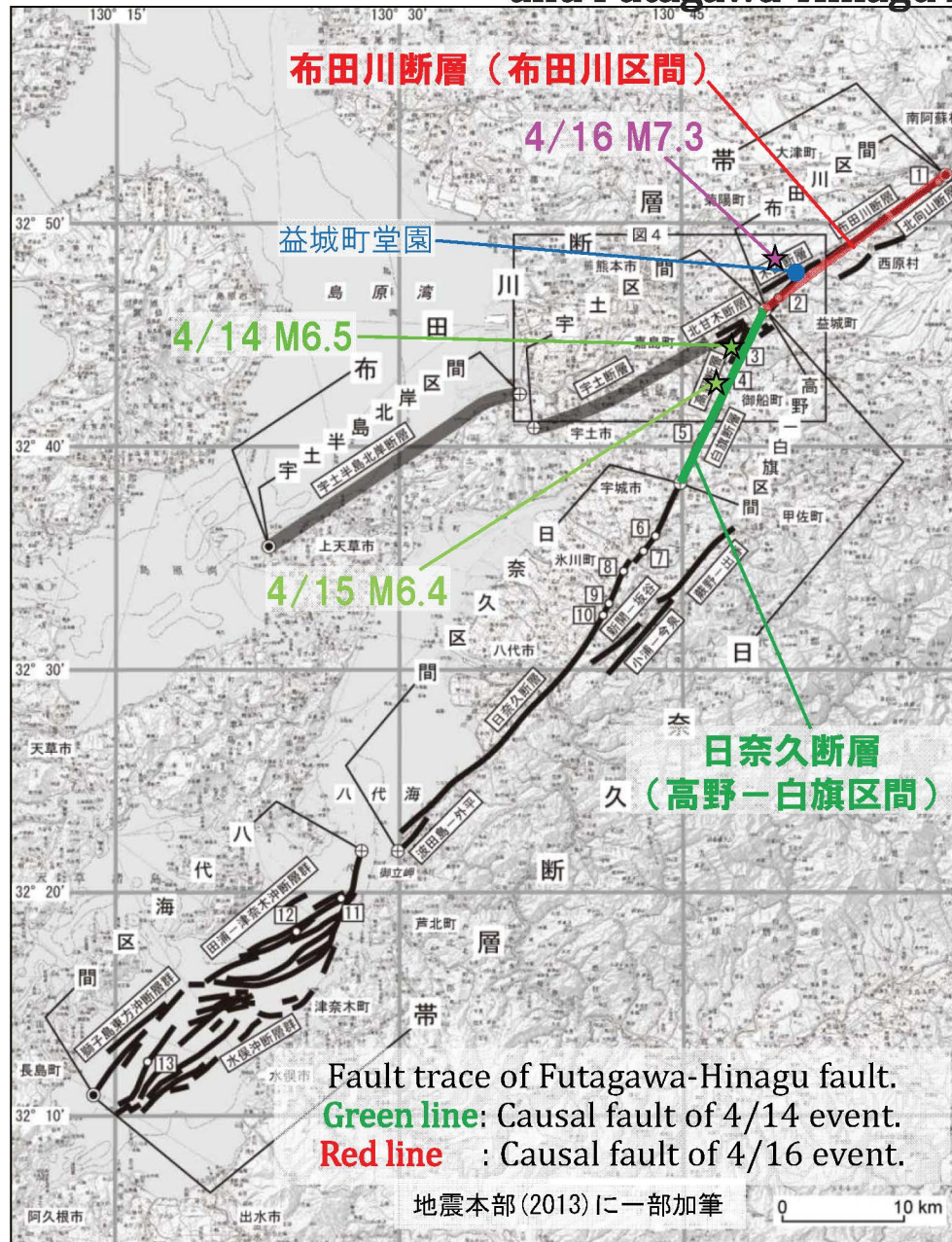
- 断層による変動地形が明瞭に認められる北端位置は白馬村落倉付近であるが、既存文献等の指摘を踏まえ、小谷－白馬区間にも断層が連続する可能性があるとして神城断層の北端を延長している。この延長部の北端位置は、2014年長野県北部地震の余震の北限とほぼ重なるとしている。
- 「**神城断層周辺では、北部区間全体が活動した場合の固有規模(M7.7)に満たない規模の地震(M5.5-6.7)が、この300年間に4回発生しており、そのうちの2つがこの延長部に関係している。その一方で、この延長部では活断層の地形表現が曖昧となり、深部形状や活動の履歴は不明である。**」としている。



地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2015b, 糸魚川－静岡構造線断層帯の長期評価(第二版).
地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2014, 2014年11月22日長野県北部の地震の評価.

※ 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 1996, 糸魚川－静岡構造線活断層系の調査結果と評価では、中部の牛伏寺断層を含む区間においてM8程度の6地震が今後30年間で発生する確率14%と評価。

地震本部の2016年熊本地震と布田川断層帯・日奈久断層帯の評価 Evaluation of Kumamoto Earthquake(2016) and Futagawa-Hinagu fault by HERP



○4月14日の地震(M6.5)では益城町で、4月16日の地震(M7.3)では益城町と西原町で震度7を観測。

○一連の地震活動で震度7を2回観測したのは初めて。また、この地震活動で観測されたM3.5以上の地震の数は、1995年以降に発生した地震の中で最多。

○地震本部(2016)は、4月14日の地震(M6.5)と4月15日の地震(M6.4)は、日奈久断層帯の高野-白旗区間の活動によるとした。長期評価では、同区間でM6.8程度の地震が発生する可能性があり、30年以内の地震発生確率は不明と評価していた。

○4月16日の地震(M7.3)は、現地調査の結果から、布田川断層帯の布田川区間の活動によるとした。長期評価では、同区間でM7.0程度の地震が発生する可能性があり、30年以内の地震発生確率はほぼ0%~0.9%と評価していた。

○布田川断層帯の布田川区間沿いなどで長さ約28km、日奈久断層帯の高野-白旗区間沿いで長さ約6kmの地表地震断層が出現。益城町堂園付近では最大2.2mの右横ずれ変位が生じ、一部の区間では、北側低下の正断層成分を伴う地表地震断層も見つかったとしている。

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2016, 平成28年(2016年)熊本地震の評価。
地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2013, 布田川断層帯・日奈久断層帯の評価(一部改訂)。

地震本部の痕跡を認めにくい地震のモデル化

HERP's Modeling for earthquakes that do not show signs on the surface

- 「活断層の長期評価手法(暫定版)」(地震調査委員会長期評価部会、2010)では、堆積物に時間的欠損がなくても、地表地質調査では確認できない断層活動が存在する可能性については、「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」
(**痕跡を認めにくい地震**)として考慮することとしている。
- 「痕跡を認めにくい地震」は、主要活断層帯および九州地域、関東地域の詳細な評価対象とされた活断層において考慮。

◎ 地震規模

- 上限: **各単位区間のM**(M7.4を超える場合は**M7.4**)
- 下限: **M6.8**

◎ 発生確率

- ① 平均活動間隔を各単位区間の平均活動間隔の2倍とする。
- ② G-R式(b 値=0.9)でマグニチュードに応じて頻度を割り振る。
- ③ 頻度からポアソン過程に基づき発生確率を計算する。

◎ 断層面: 地震規模によらず単位区間の断層面そのものを用いる。

◎ **最近起きた地震の例** : 新潟県中越地震(2004) M6.8

HERP's Modeling for Magnitudes of earthquakes without surface signs

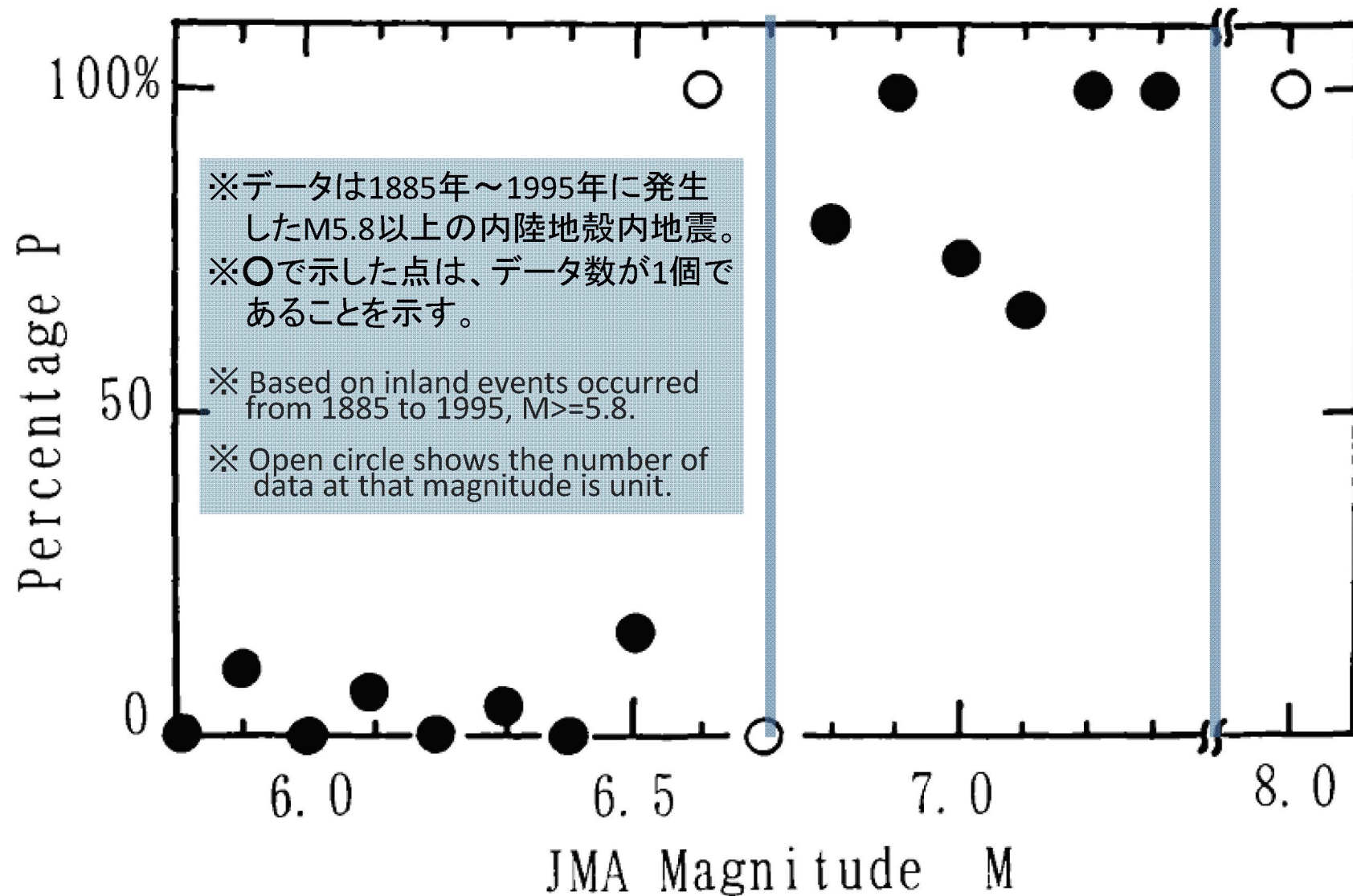
2. 5. 5 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の規模

地下で断層が活動して地震が発生する点では大地震も中小規模の地震も同じであるが、規模の小さな地震では地表に断層が現れることはない。地表に断層が現れる地震の規模の最小値は、地下で大きなすべりが発生している場所（アスペリティ）の深さやすべり量の大きさ、あるいは地表付近の堆積層の厚さなどによって様々である。したがって、地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の規模は地域ごとに異なる。しかし、地表の証拠からはそのような地震の活動を推定できないため、例えば断層上で発生した地震であるとしても、活断層の情報を用いてそれらの地震を評価することは困難である。武村（1998）によると、地表地震断層を生じた地震ないしは、その地震では地表地震断層ははっきりしなくても、過去に発生した同種の地震によってその痕跡が地形に残されていると判断されるものが、M6.8 以上では急激に増加するとされている。また、2. 5. 1で述べたように、被害を生じる地震を評価するという観点からは、M6.8 以上の地震について評価を実施することが適切であると考えられる。武村（1998）は、M6.7 以下の地震と M6.8 以上の地震ではスケーリングが不連続を伴って変わること、M6.6 と M6.7 の地震の数はその上下に比べて極めて少ないことを指摘している。

これらの知見に基づき、新手法では、単位区間で発生する地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震として考慮すべき地震規模の下限值として M6.8 を設定し、更に、上限値として当該単位区間が単独で活動した際に発生する地震の規模を設定し、両方の値に基づき幅を持たせて評価する。

地震の規模と地震断層出現率

Magnitudes and Emergence rate of surface faults



内陸地震の地表地震断層の出現率(武村, 1998)に加筆
 Surface faults' emergence rate by Takemura(1998) for inland events.

HERP's Modeling for Occurrence Probability of earthquakes without surface signs

2. 6. 3 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の発生確率

断層帯が起こしうるさまざまな地震の評価には、長大な断層帯を複数の単位区間に分割するだけでは不十分で、単位区間で発生する、「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」に対する評価も必要である。この評価を長期評価の一部として実施するにあたっては、地震の痕跡が地表で認められにくいことから、トレンチ調査結果等からの活動履歴の取得といった従来の調査手法に基づく評価ができないことを考慮する必要がある。

過去におけるこのような地震の発生状況について、島崎（2008）は、主要活断層帯で発生した M7.0 以上の地震のうち、1894 年庄内地震（M7.0）、1948 年福井地震（M7.1）及び平成 7 年（1995 年）兵庫県南部地震（M7.3：神戸側）の 3 地震は明瞭な地表地震断層を伴っていないことを指摘している。

検討分科会においては、過去約 160 年間に主要断層帯で発生したとされる M6.8 以上の内陸地震を対象に、地震発生に伴って明瞭な地表地震断層が現れたかどうか検討した。検討にあたっては、①地震、②起震断層、③単位区間のそれぞれを対象として、それぞれの場合における地表地震断層の出現の有無の数の比について検討した。発生した地震を単位に数を比較した場合には、明瞭な地表地震断層を伴う地震が 8 に対して、伴わない地震が 4であった（表 2-1）。

新手法においては、「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」の発生頻度について、主要活断層帯における過去の地震の発生状況に基づいて求めた、明瞭な地表地震断層を伴うケースとそうでない場合の出現傾向（2：1）を参照する。すなわち、トレンチ調査等で認められる活動間隔に、この比を乗じた値を「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」の発生間隔とする。この発生間隔からポアソン過程を用いてこれらの地震の発生確率を求め、将来の地震発生確率に上乗せすることとする。

個別の活断層にG-R式を仮定することの問題点

Applicability of G-R Law to single fault

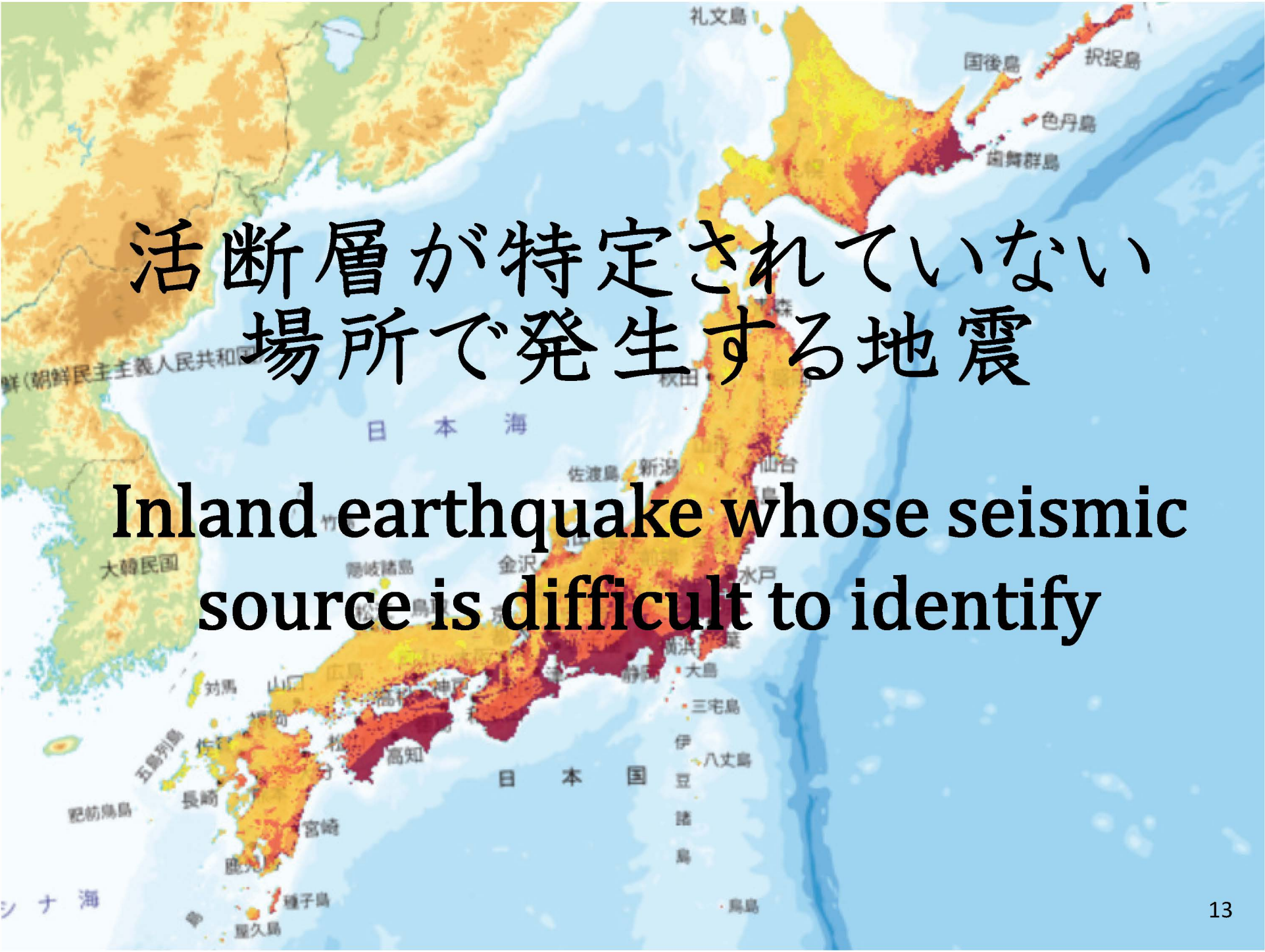
石辺・島崎(2006)※は、全国の主要活断層帯沿いの幅の狭い領域における地震活動について調べた結果、**地震活動がG-R的でないものが多い**とした。

—石辺・島崎(2006)の研究—

- **98活断層帯**の各活断層帯について、
 - ◎実際の地震活動による地震発生数
 - ◎固有規模の地震の発生頻度とG-R則から期待される地震発生数を比較した結果、**G-R則から期待される地震数と同程度かそれ以上となった活断層帯は3%程度にすぎなかった。**
- **地域的にG-R則が成立しても、個々の断層沿いの地震が対象の場合、G-R則は固有規模の地震の発生頻度を過小評価する恐れがあり、固有地震モデルの方が適当である。**

Authors' Conclusions: G-R law is applicable for area with some square, but if it's applied to single fault, G-R law seems to underestimate the frequency of events with characteristic size.

※石辺岳男; 島崎邦彦. 活断層周辺の地震活動からみた固有地震説. 歴史地震, 2006, 21: 137-152.

A map of Japan and surrounding regions, including parts of North Korea, South Korea, and the Philippines. The map is overlaid with a color-coded heatmap representing seismic activity. The colors range from yellow (low activity) to dark red (high activity). High activity is concentrated along the Japanese archipelago, particularly in the Kanto, Chubu, and Kyushu regions. The text "活断層が特定されていない場所で発生する地震" is overlaid on the map.

活断層が特定されていない
場所で発生する地震

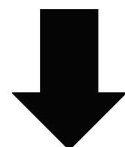
**Inland earthquake whose seismic
source is difficult to identify**

震源不特定地震のモデル化の概要

(震源断層をあらかじめ特定しにくい地震)

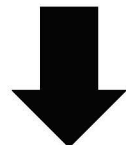
震源不特定地震：長期評価されていない

断層(震源域)の位置、形状、地震の規模、地震発生確率等が不明。



- ・断層(震源域)の位置・形状
- ・地震の規模
- ・地震発生確率

を設定する必要がある。・・・が、1つ1つの地震をモデル化することはできない。



全国を領域区分し、各領域で発生する多くの地震をまとめて取り扱う。

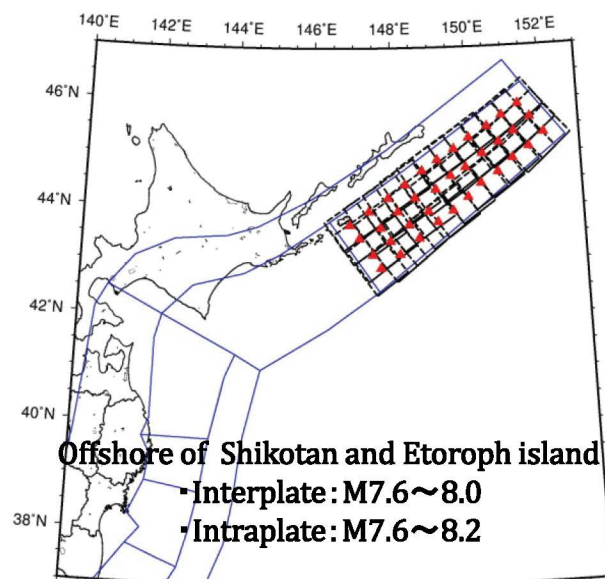
各領域で発生する地震の群が持つ統計的性質を
用いて地震活動をモデル化

◎ **地震の例**：鳥取県西部地震(2000) M7.3

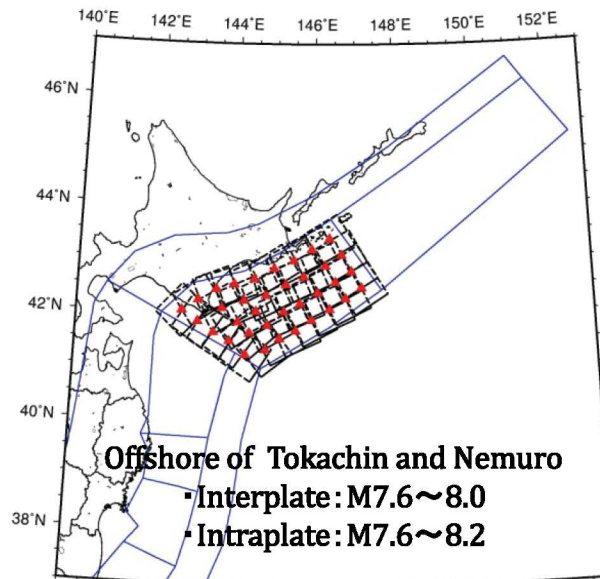
■ 断層面の設定 Settings for Fault plane

地震のマグニチュードに応じた大きさの断層面を、各領域区分内に等間隔で配置し、それらで等確率で地震が発生すると仮定。

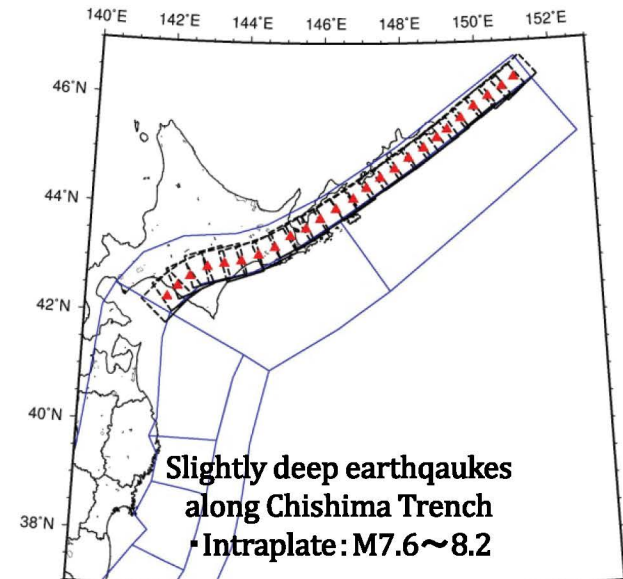
震源不特定地震の断層面の設定例（海溝型地震）
An example of fault plane settings (earthquakes of oceanic plate)



色丹島沖・択捉島沖
(P間: M7.6~8.0、P内: M7.6~8.2)



十勝沖・根室沖
(P間: M7.6~8.0、P内: M7.6~8.2)



千島海溝沿いのやや深い地震
(M7.6~8.2、P内)

P間: プレート間地震、P内: プレート内地震

※陸域では、断層面の傾斜角は鉛直、走向はランダムを仮定。

※断層面の傾斜角は、プレート間地震ではプレートの傾斜に沿うように、プレート内地震では水平に設定。

■ 地震の規模の設定 Settings for Magnitude

◎ 陸域プレートの浅い地震

➤ 陸域

- ・上限値: **M7.3**
- ・下限値: **M5.0**

➤ 海域

- ・上限値: **M7.5**
- ・下限値: **M5.0**

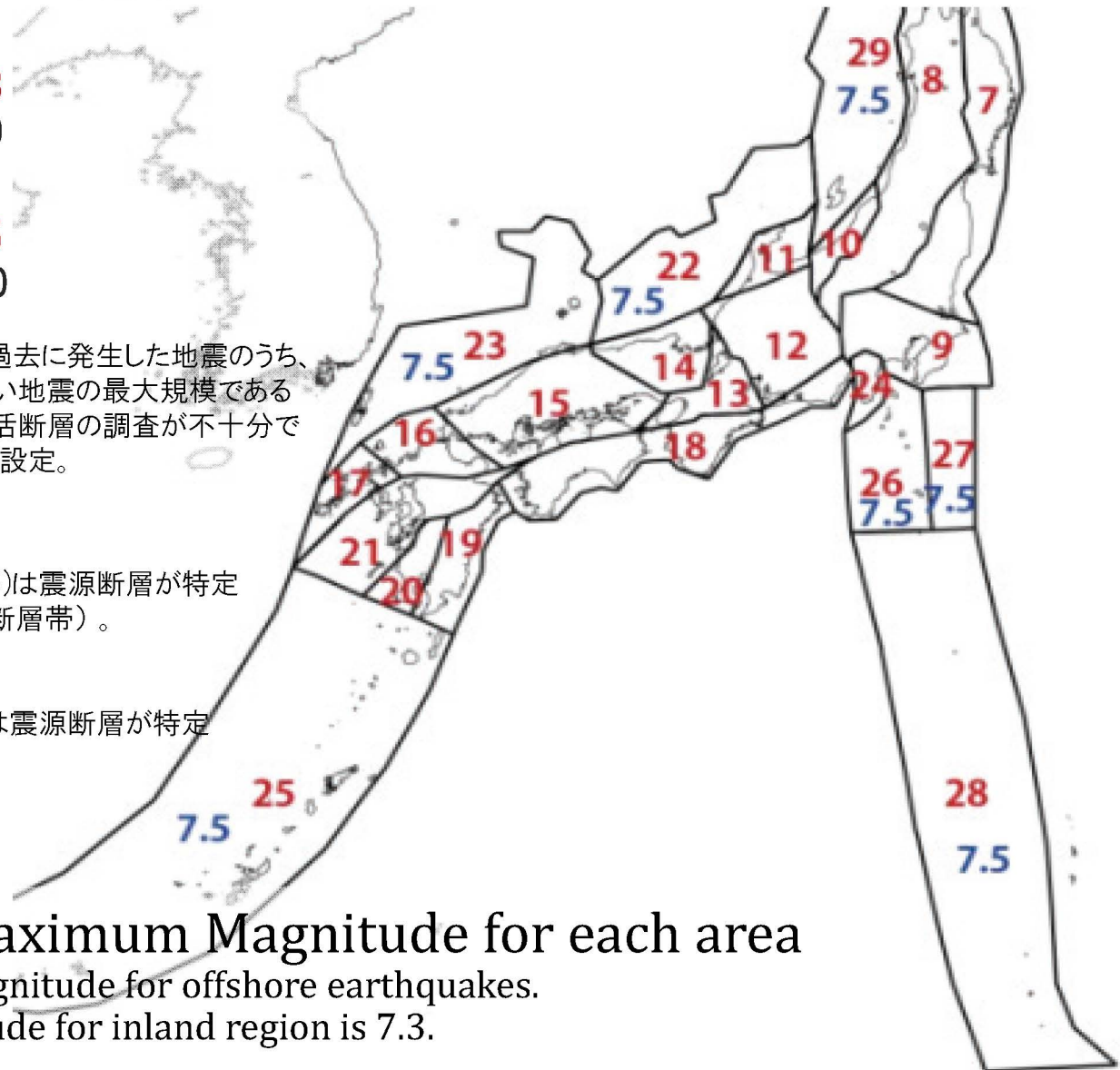
※上限値は、陸域については過去に発生した地震のうち、活断層との対応が明確でない地震の最大規模である $M_j=7.3$ を、海域については活断層の調査が不十分であることを勘案して $M_j=7.5$ と設定。

※領域21

1596年慶長豊後地震($M7.5$)は震源断層が特定されている(別府湾-日出生断層帯)。

※領域24

1930年北伊豆地震($M7.3$)は震源断層が特定されている(丹那断層他)。



Settings for Maximum Magnitude for each area

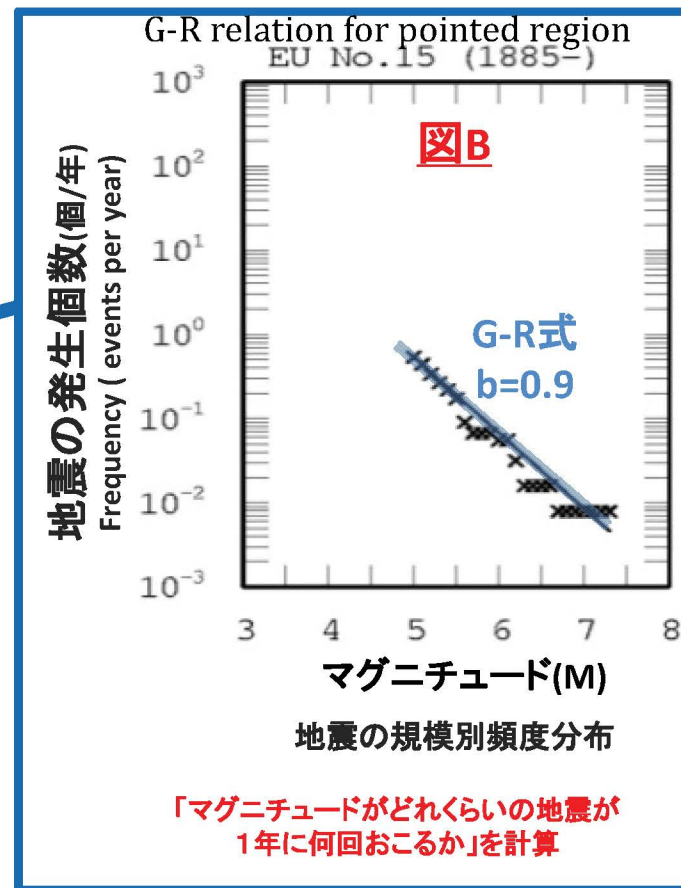
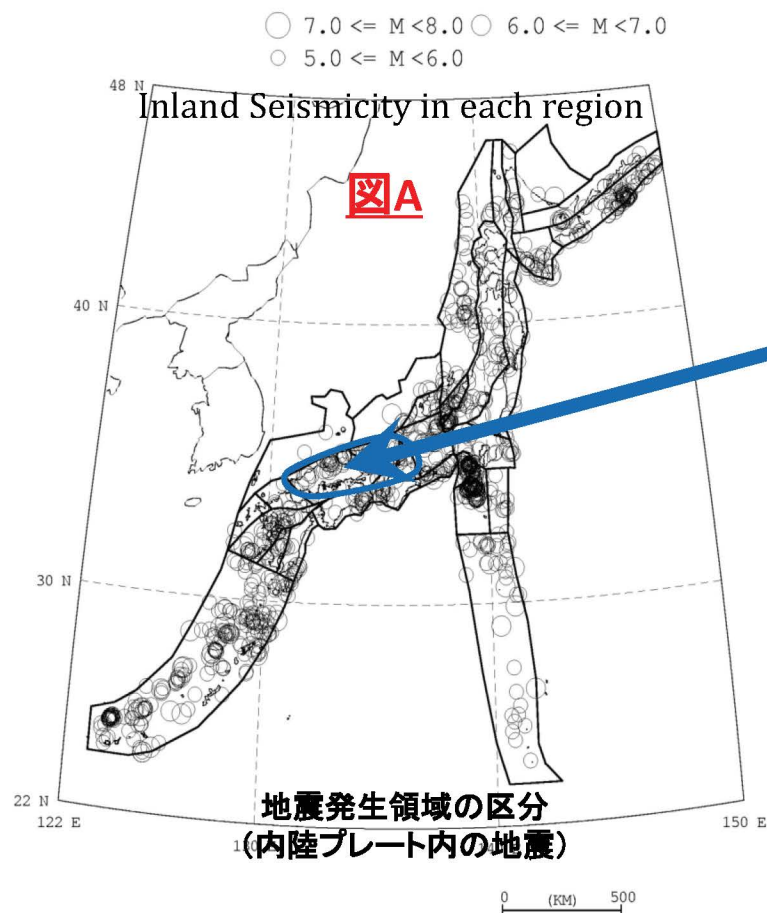
Blue : Maximum magnitude for offshore earthquakes.

※ Maximum magnitude for inland region is 7.3.

■ 発生確率の設定 Settings for Probability ← 平均発生間隔が必要

地震地体構造区分や長期評価等による領域区分(図A)で過去に発生した地震の規模別頻度分布(図B)から、地震の平均発生間隔を算出する。

地震の規模別頻度分布は、経験的にGutenberg-Richter式(G-R式): $\log N(M) = a - bM$ に従う。
 $N(M)$ はマグニチュードが M の地震の発生個数、 a 、 b は定数で、 $b=0.9$ 。



地震地体構造区分：地震の震源分布、発生メカニズムを基に全国を区分したもの。

■ 発生確率の設定 Settings for Probability

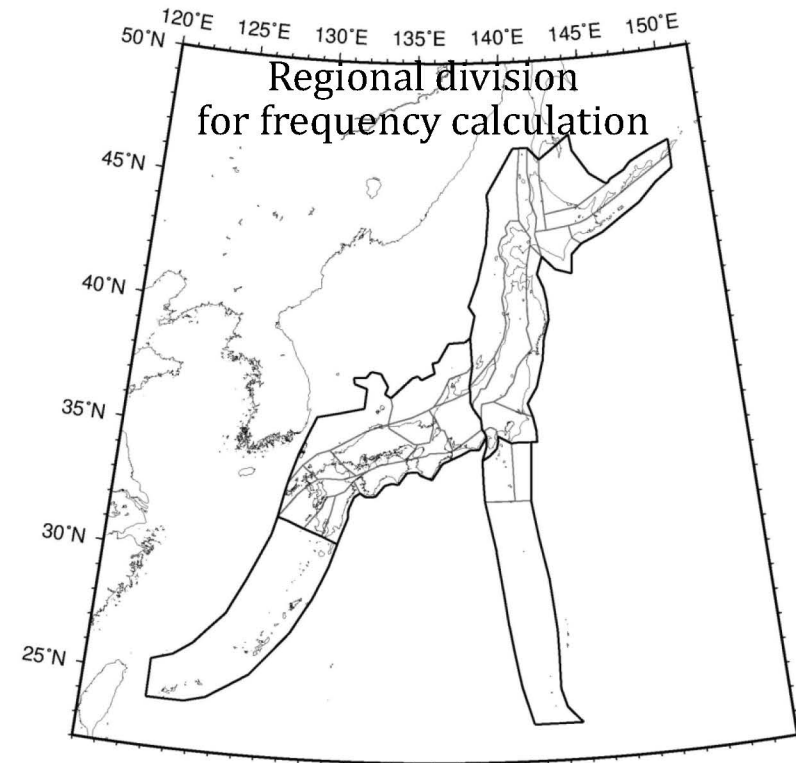
地震の規模別頻度分布を求める際の領域区分の設定は地震発生確率に大きく影響

局所的な地震活動の影響を軽減するため、陸域・沿岸海域の活断層の地震は、3つの異なる地域区分ごとに規模別頻度分布を計算し、それらの平均値を震源不特定地震の規模別頻度分布とする。

3つの領域区分

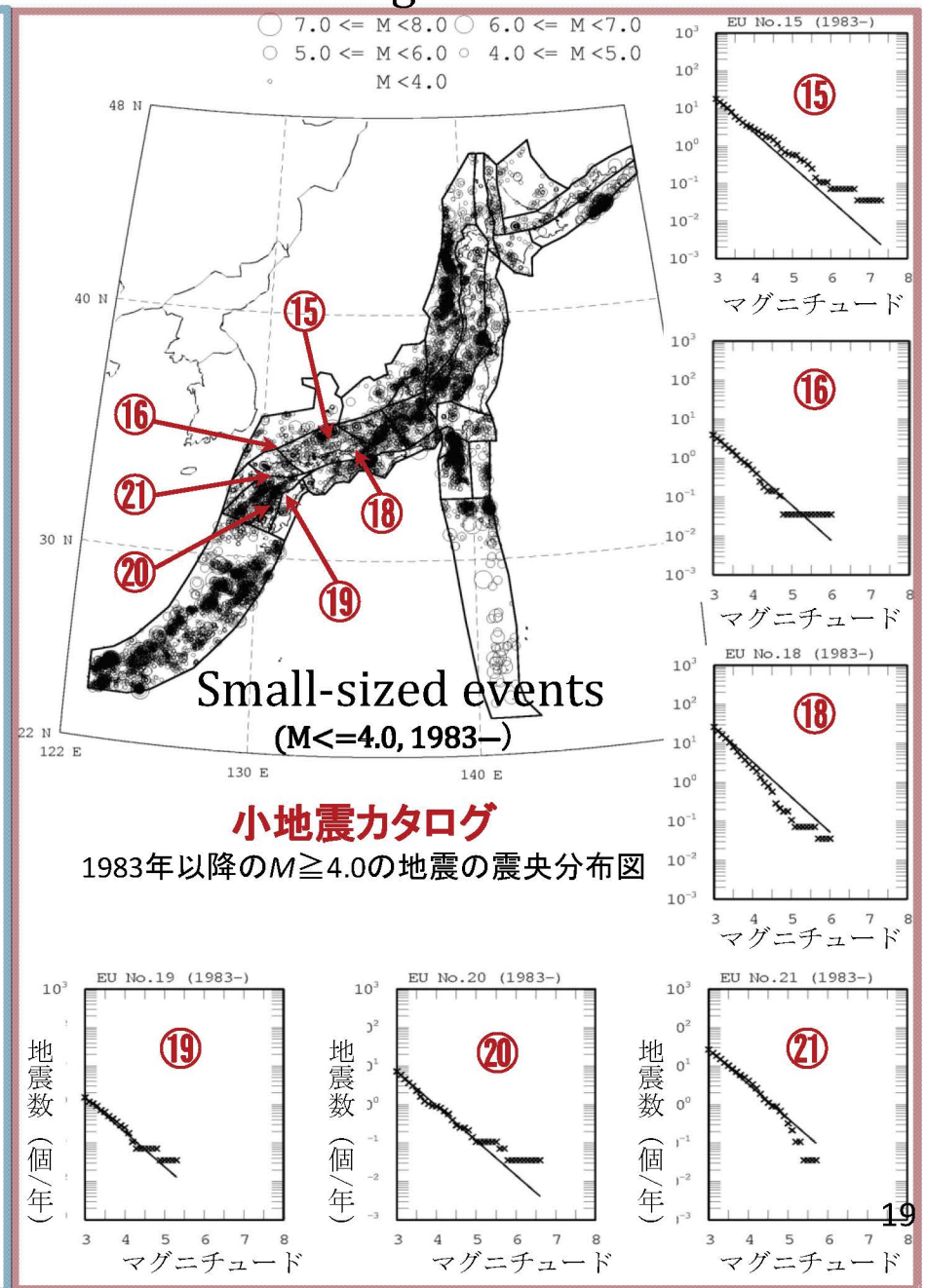
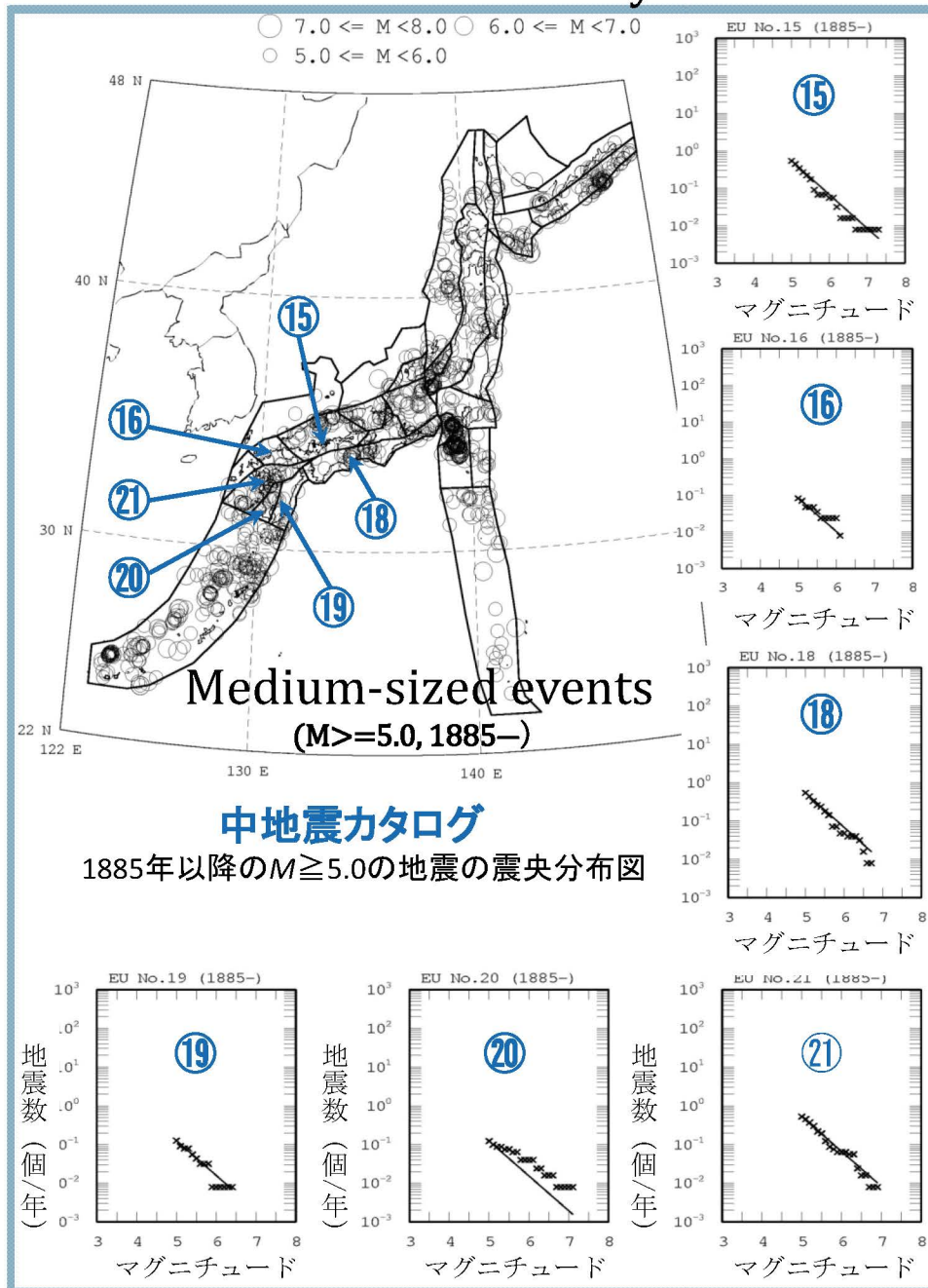
- ①0.1度間隔の等間隔メッシュ
- ②地震地体構造等に基づく地域区分(灰色実線)
- ③地震地体構造等に基づく地域区分を統合したより大きな区分(黒実線)

※海洋プレートで発生する震源不特定地震は①と②の2つの領域区分を用いる。



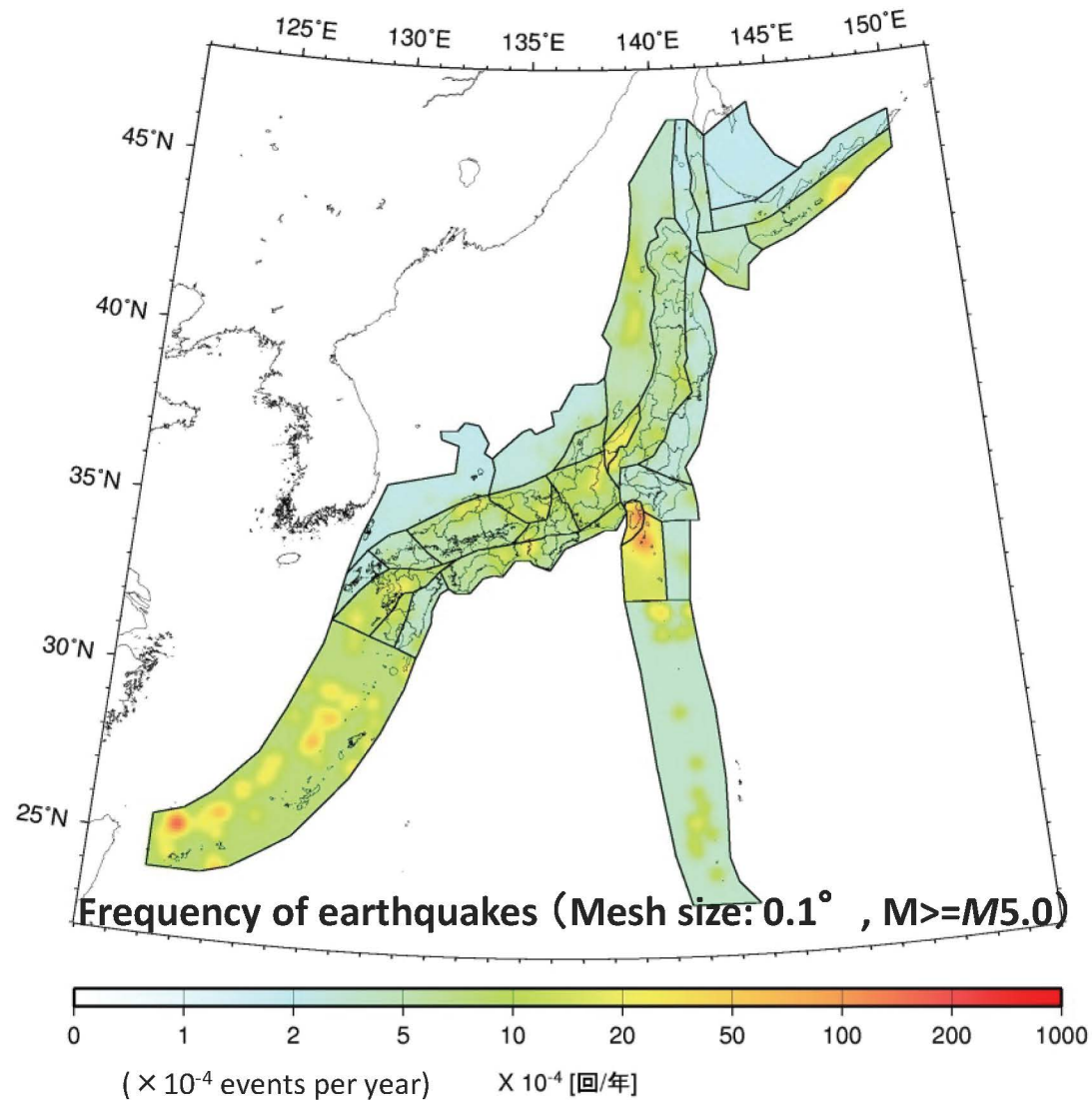
地震の規模別発生頻度を算出する際の領域区分

領域ごとの地震活動とG-R関係 Seismicity and its G-R relation in each region



震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の頻度

Average earthquake occurrence frequency for Inland earthquake
whose seismic source is difficult to identify

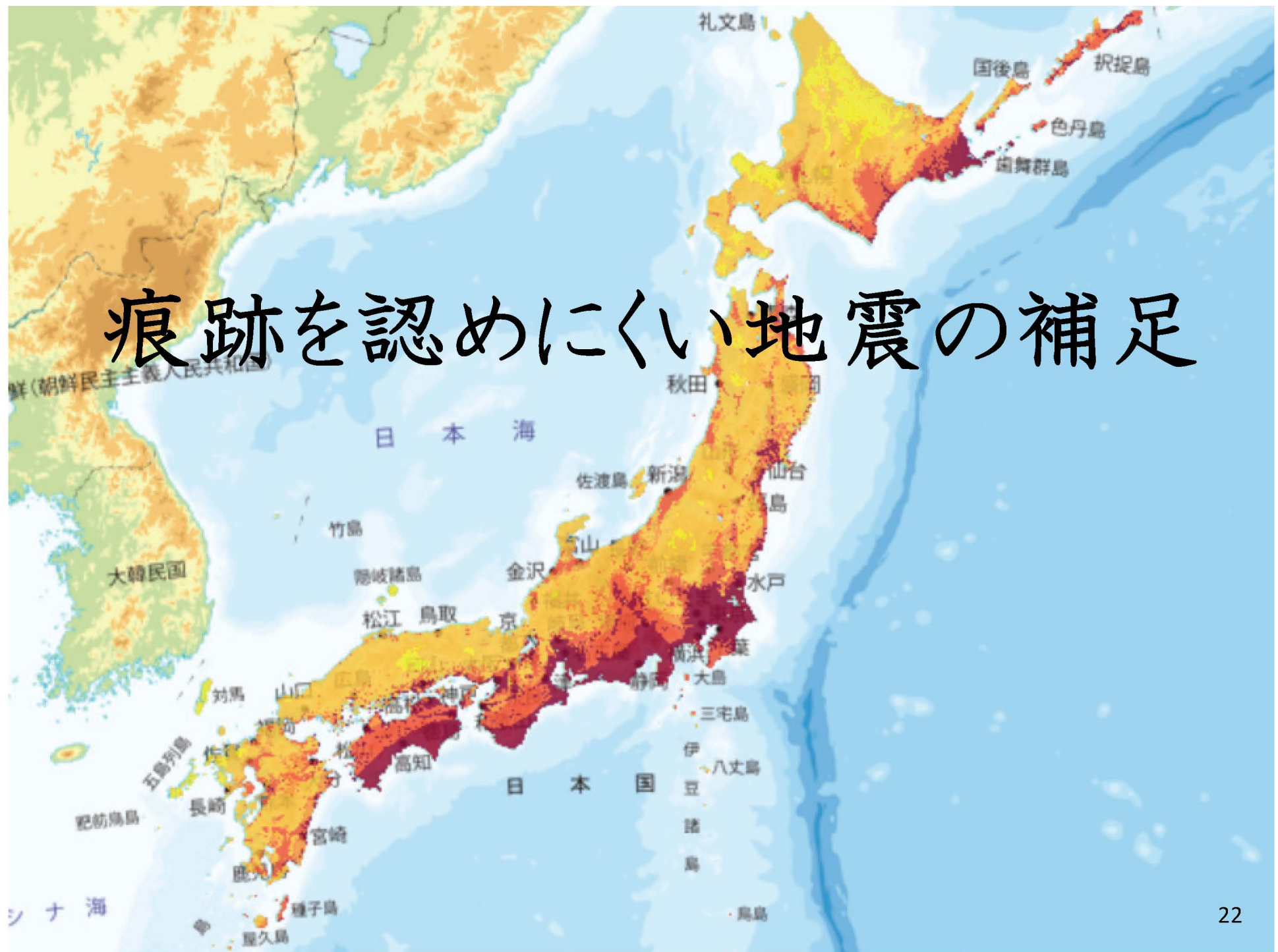


発生頻度(0.1度四方あたり、M5.0以上)

参考資料



痕跡を認めにくい地震の補足



「痕跡を認めにくい地震」の規模の評価法

[説明]

○ 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の規模

- ① 1つの「単位区間」を「活動範囲」とする場合、地表地質調査では活動の痕跡を認めにくい地震が発生することを考慮する。そのとき、最大で当該「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する。

(解説)

- ・「六甲・淡路断層帯の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005a）では、兵庫県南部地震を断層帯主部淡路島西岸区間の固有規模の活動と評価したが、神戸側（断層帯主部六甲山地南縁－淡路島東岸区間）では顕著な地表地震断層が認められないことや地震波から推定される規模などから、断層全体が活動する固有規模よりひとまわり小さい活動であると評価している。また、今後の課題として、神戸側で認められた活動のような「地表に明瞭な痕跡を残さなかった地震」を想定し、評価の視野に入れるべきことが指摘されている。また、過去に発生した被害地震のなかには明瞭な地表地震断層を伴わなかった地震もいくつか知られている。ここでは、これらの地震のように将来トレンチ調査を行っても存在を見出すことが困難な地震を「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」と呼び、今後の評価に取り入れようとするものである。
- ・従来の活断層の評価手法において懸念されていた規模がやや小さい地震に対する問題の一部は、新手法で導入する「単位区間」の概念によって解消されるものと考えられるが、それでもなお「単位区間」で想定した規模を下回る地震が高い発生頻度で生じる可能性があるため、「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」が発生することを想定し、その規模とその発生確率を算出することとする。
- ・①について、「3. 1. 1 活断層評価の単位」で述べたように、本報告書では、被害を生じる地震を評価するという観点から、M6.8 以上の地震について評価を実施することとしており、M6.8 未満の地震が発生する可能性は否定されていないことに留意が必要である。
- ・①について、地下の断層の長さに複数のシナリオが存在する場合、最も重みが大きなシナリオの地震規模を用いることとする。
- ・地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の発生確率については、「3. 2. 3(2) 将来の活動の可能性」にその考え方を示す。

「活断層の長期評価手法(暫定版)」(地震本部，2010)

「痕跡を認めにくい地震」の確率の評価法

[説明]

○ 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の長期確率の計算

- ① 地表地質調査では活動の痕跡を認めにくい地震は、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こととする。

(解説)

- ・①で示されている「発生間隔」算出の根拠は、19世紀以降に主要断層帯で発生した 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(表3-2)という経験的な発生比率に基づく。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、本来は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、将来は、今後の調査研究の進展状況をみて、評価される活断層ごとにこの値は検討されるべきであると考えられる。
- ・地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の発生確率は、最新の活動時期や地震の規模にも影響を受けるため、これらの評価を考慮して最終的な確率を評価する。
- ・「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」は、断層内のどこでも発生する可能性があると考ええる。
- ・規模の評価に幅がある場合、各規模の地震の相対発生頻度は、G-R式に従うものとして算出する。
- ・地震の発生確率および規模について、複数の可能性が想定される場合、確率論的地震動予測地図などで用いるシナリオごとの地震の「発生確率値」は、シナリオの重みと地震確率を掛け合わせた値とする。

「活断層の長期評価手法(暫定版)」(地震本部, 2010)

過去の地震と地表断層の出現に関する整理

	地表地震断層が現れた地震	地表地震断層が不明瞭な地震
主要活断層帯	1847 年善光寺(M7.4) 1858 年飛越(M7.0-7.1) 1891 年濃尾(M8.0) 1896 年陸羽(M7.2) 1927 年北丹後(M7.3) 1930 年北伊豆(M7.3) 1995 年兵庫県南部(M7.3) (注1) 2004 年新潟県中越(M6.8) (注2)	1854 年伊賀上野(M7.25) (注4) 1894 年庄内(M7.0) (注5) 1931 年西埼玉(M6.9) 1948 年福井(M7.1)
短い活断層	1943 年鳥取(M7.2) (注3) 1945 年三河(M6.8) 1974 年伊豆半島沖(M6.9)	
活断層なし (予め震源を特定しにくい地震)		1900 年宮城県北部(M7.0) 1909 年姉川(M6.8) 1914 年鹿児島県中部(M7.1) 1914 年秋田県仙北(M7.1) 1925 年北但馬(M6.8) 1939 年男鹿(M6.8) 1961 年北美濃(M7.0) 1984 年長野県西部(M6.8) 2000 年鳥取県西部(M7.3) 2008 年岩手・宮城内陸(M7.2)
沿岸海域の活断層		1802 年佐渡小木(M6.5-7.0) 1804 年象潟(M7.0) 1871 年浜田(M6.9-7.3) 1922 年千々石湾(M6.9) 1963 年越前岬(M6.9) 1978 年伊豆大島近海(M7.0) 2005 年福岡県西方沖(M7.0) 2007 年能登半島(M6.9) 2007 年新潟県中越沖(M6.8)

「活断層の長期評価手法(暫定版)」(地震本部, 2010)

地震本部による過去の地震と地表断層の出現に関する整理

(注1) 六甲・淡路島断層帯の長期評価(地震調査委員会、2005)では、「淡路島西岸区間では断層活動が地表まで達し明瞭な地表地震断層が出現したほか、六甲山地南縁においては余震活動や地震波形の観測・解析等から地下において断層活動が起こったことが明らかになっている。」、としている。

(注2) 六日町断層帯の長期評価(地震調査委員会、2009)では、ケース2では中越地震を本断層帯の最新活動と評価しているが、ケース1では、「本トレンチにおける中越地震の活動に伴う変位量はそれ以前の活動の変位量に比べ有意に小さいことから、この活動は本断層帯北部の最新活動ではないと判断した。」、としている。

(注3) 金田・岡田(2002)は、地表地震断層の長さは11kmと推定しているが、中田ほか(2004)は、吉岡断層西端から約8km離れた鳥取市の東方に長さ約6kmの活断層が存在し、これらの活断層が一括して活動したと考えられる、としている。

(注4) 木津川断層帯の長期評価(地震調査委員会、2004)では、「横田ほか(1976)、萩原(1982)は、現地調査等から1854年(安政元年)の伊賀上野地震が本断層帯の活動による地震である可能性を言及した。ただし、荻谷ほか(1999)は横田ほか(1976)が指摘した地震断層は地すべりによる滑落崖の疑いがあると指摘している。」、としている。

(注5) 庄内平野東縁断層帯の長期評価(地震調査委員会、2009)では、「これまでのところ、庄内地震時の変位を直接示す証拠は認められておらず、断層は地表までは到達しなかったと推定されている(鈴木ほか、1994；太田ほか、2000)。」、としている。

「活断層の長期評価手法(暫定版)」(地震本部、2010)

武村(1998)が地表断層出現率の検討に用いたデータ

Table 2. List of the Japanese intraplate earthquakes from 1885 to 1995 with surface faults and their damage rank [Ursu (1982)]. All the events with $M \geq 6.6$ are listed in the table, irrespective of whether the surface fault is accompanied or not.

Event (Date Name)	M	Damage Rank	Surface faults (name or location)	Refer.
1955:10/19 Akita-Hokubu	5.9	3	Near Futatsui (L)	1)
1938:5/29 Kussharo	6.1	3	Kussharo F. (H)	1) 2) 3)
1959:1/31 Teshikaga	6.3	2	Near Teshikaga (L)	1) 2)
1918:11/11 Omachi	6.5	3	SW Omachi (H)	1) 2)
1969:9/9 Gifu-Chubu	6.6	2	Hatasa F. (L)	1) 2)
1948:6/15 Tanabe	6.7	3	(not found)	3)
1909:8/14 Anegawa	6.8	4	Yanagase F. (L)	1) 2) 3)
1925:5/23 Kita-Tajima	6.8	5	Tai F. (H)	1) 2) 3)
1939:5/1 Oga	6.8	4	Kotokawa F. (H)	2)
1945:1/13 Mikawa	6.8	5	Fukozu F. etc. (H)	1) 2) 3)
1984:9/14 Nagano-Seibu	6.8	3	(not found)	3)
1931:9/21 Nishi-Saitama	6.9	3	Kushibiki F. *	2)
1974:5/9 Izu-Hanto-Okii	6.9	4	Irozaki F. etc. (H)	1) 2) 3)
1894:10/22 Shonai	7.0	5	Yadaregawa F. (H)	1) 2) 3)
1900:5/12 Miyagi-Hokubu	7.0	3	(not found)	2) 3)
1961:8/19 Kita-Mino	7.0	3	Hatogayu F. *	2)
1978:1/14 Izu Oshima	7.0	4	Inatori-Omineyama F. etc. (L)	1) 2)
1914:1/12 Sakurajima	7.1	4	(not found)	3)
1914:3/15 Ugosen	7.1	4	Kita-Naraoka (L)	1)
1948:6/28 Fukui	7.1	6	Under Fukui Basin (H)	1) 2) 3)
1896:8/31 Rikuu	7.2	5	Senya F. etc. (H)	1) 2) 3)
1943:9/10 Tottori	7.2	5	Shikano F. etc. (H)	1) 2) 3)
1995:1/17 Hyogo-Nanbu	7.2	6	Nojima F. etc. (H)	3)
1927:3/7 Kita-Tango	7.3	6	Gomura F. etc. (H)	1) 2) 3)
1930:11/26 Kita-Izu	7.3	5	Tanna F. etc. (H)	1) 2) 3)
1891:10/28 Nobi	8.0	6	Neodani F. etc. (H)	1) 2) 3)

Damage Rank: Utsu(1982)

* Surface fault break is not found but there is the active fault closely related to the event

(H) Higher reliability (L) Lower reliability

1) Abe et al. (1985)

2) Research Group for Active Faults of Japan (1991)

3) The Prime Minister's Office (1997)

「痕跡を認めにくい地震」の発生確率の例

コード	断層名称	単位区間の 確率モデル BPT/PO	単位区間(本体)の 平均活動間隔[年]		痕跡認めにくい地震の 平均活動間隔[年]		痕跡認めにくい地震の発生確率			
			平均ケース	最大ケース	平均ケース	最大ケース	平均ケース		最大ケース	
							30年	50年	30年	50年
8101	中央構造線断層帯金剛山地東縁	bpt	8000	2000	16000	4000	0.19%	0.31%	0.75%	1.24%
8102	中央構造線断層帯紀淡海峡～鳴門海峡	bpt	5000	4000	10000	8000	0.30%	0.50%	0.37%	0.62%
8103	中央構造線断層帯讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁	bpt	1300	1000	2600	2000	1.15%	1.90%	1.49%	2.47%
8104	中央構造線断層帯石鎚山脈北縁	bpt	1750	1000	3500	2000	0.85%	1.42%	1.49%	2.47%
8105	中央構造線断層帯石鎚山脈北縁西部～伊予灘	bpt	1950	1000	3900	2000	0.77%	1.27%	1.49%	2.47%
8106	中央構造線断層帯和泉山脈南縁	bpt	1700	1100	3400	2200	0.88%	1.46%	1.35%	2.25%
8201	那岐山断層帯	po	35000	30000	70000	60000	0.04%	0.07%	0.05%	0.08%
8202	山崎断層帯主部北西部	bpt	2050	1800	4100	3600	0.73%	1.21%	0.83%	1.38%
8203	山崎断層帯主部南東部	bpt	3900	3900	7800	7800	0.38%	0.64%	0.38%	0.64%
8204	草谷断層	bpt	6500	6500	13000	13000	0.23%	0.38%	0.23%	0.38%
8401	長尾断層帯	bpt	30000	30000	60000	60000	0.05%	0.08%	0.05%	0.08%
8701	五日市断層	po	6400	6400	12800	12800	0.23%	0.39%	0.23%	0.39%
8702	己斐～広島西縁断層帯	po	7900	7900	15800	15800	0.19%	0.32%	0.19%	0.32%
8801	岩国断層帯	bpt	13500	9000	27000	18000	0.11%	0.19%	0.17%	0.28%
9001	菊川断層帯	po	14000	14000	28000	28000	0.11%	0.18%	0.11%	0.18%
9701	伊勢湾断層帯主部北部	bpt	12500	10000	25000	20000	0.12%	0.20%	0.15%	0.25%
9702	伊勢湾断層帯主部南部	bpt	7500	5000	15000	10000	2.00E-03	3.33E-03	3.00E-03	4.99E-03
9703	白子～野間断層	bpt	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
9801	大阪湾断層帯	bpt	5000	3000	10000	6000	3.00E-03	4.99E-03	4.99E-03	8.30E-03
9901	サロベツ断層帯	bpt	6000	4000	12000	8000	2.50E-03	4.16E-03	3.74E-03	6.23E-03
10101	花輪東断層帯	po	4000	3000	8000	6000	3.74E-03	6.23E-03	4.99E-03	8.30E-03
10201	高田平野西縁断層帯	bpt	3500	2200	7000	4400	4.28E-03	7.12E-03	6.79E-03	1.13E-02
10202	高田平野東縁断層帯	bpt	2300	2300	4600	4600	6.50E-03	1.08E-02	6.50E-03	1.08E-02
10301	六日町断層帯北部(ケース1)	po	5400	3200	10800	6400	2.77E-03	4.62E-03	4.68E-03	7.78E-03
10302	六日町断層帯南部	bpt	6700	6200	13400	12400	2.24E-03	3.72E-03	2.42E-03	4.02E-03
10401	曾根丘陵断層帯	po	2500	2000	5000	4000	5.98E-03	9.95E-03	7.47E-03	1.24E-02
10501	魚津断層帯	po	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
10601	周防灘断層群主部	bpt	6650	5800	13300	11600	2.25E-03	3.75E-03	2.58E-03	4.30E-03
10602	秋穂沖断層帯	po	18300	18300	36600	36600	8.19E-04	1.37E-03	8.19E-04	1.37E-03
10603	宇部南方沖断層帯	po	17500	17500	35000	35000	8.57E-04	1.43E-03	8.57E-04	1.43E-03
10701	安芸灘断層群主部	bpt	4350	2300	8700	4600	3.44E-03	5.73E-03	6.50E-03	1.08E-02
10702	広島湾～岩国沖断層帯	po	14700	14700	29400	29400	1.02E-03	1.70E-03	1.02E-03	1.70E-03
11001	宮古島断層帯中部	po	47300	47300	94600	94600	3.17E-04	5.28E-04	3.17E-04	5.28E-04
11002	宮古島断層帯西部	po	28700	28700	57400	57400	5.23E-04	8.71E-04	5.23E-04	8.71E-04
12001	小倉東断層	bpt	6700	6700	13400	13400	2.24E-03	3.72E-03	2.24E-03	3.72E-03
12101	福智山断層帯	bpt	20700	9400	41400	18800	7.24E-04	1.21E-03	1.59E-03	2.66E-03
12201	西山断層帯大島沖区間	bpt	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
12202	西山断層帯西山区間	bpt	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
12203	西山断層帯嘉麻峠区間	po	6000	6000	12000	12000	2.50E-03	4.16E-03	2.50E-03	4.16E-03
12301	宇美断層	bpt	25000	20000	50000	40000	6.00E-04	1.00E-03	7.50E-04	1.25E-03
12401	警固断層帯北西区間	bpt	4300	3100	8600	6200	3.48E-03	5.80E-03	4.83E-03	8.03E-03
12402	警固断層帯南東区間	bpt	4300	3100	8600	6200	3.48E-03	5.80E-03	4.83E-03	8.03E-03
12501	日向峠～小笠木峠断層帯	po	30000	30000	60000	60000	5.00E-04	8.33E-04	5.00E-04	8.33E-04
12601	水縄断層帯	bpt	14000	14000	28000	28000	1.07E-03	1.78E-03	1.07E-03	1.78E-03
12701	佐賀平野北縁断層帯	po	11550	6100	23100	12200	1.30E-03	2.16E-03	2.46E-03	4.09E-03
12801	別府湾～日出生断層帯東部	bpt	1500	1300	3000	2600	9.95E-03	1.65E-02	1.15E-02	1.90E-02
12802	別府湾～日出生断層帯西部	bpt	19000	13000	38000	26000	7.89E-04	1.31E-03	1.15E-03	1.92E-03
12803	大分平野～由布院断層帯東部	bpt	2650	2300	5300	4600	5.64E-03	9.39E-03	6.50E-03	1.08E-02
12804	大分平野～由布院断層帯西部	po	1200	700	2400	1400	1.24E-02	2.06E-02	2.12E-02	3.51E-02
12805	野稻岳～万年山断層帯	bpt	4000	4000	8000	8000	3.74E-03	6.23E-03	3.74E-03	6.23E-03
12806	崩平山～亀石山断層帯	bpt	5800	4300	11600	8600	2.58E-03	4.30E-03	3.48E-03	5.80E-03

※水色は、長期評価および確率論的地震動予測地図の作成において、ポアソン過程で評価されている地震を示す。

「全国地震動予測地図2016年版 付録-1」(地震調査研究推進本部, 2014)より抜粋

全国地震動予測地図2014年版

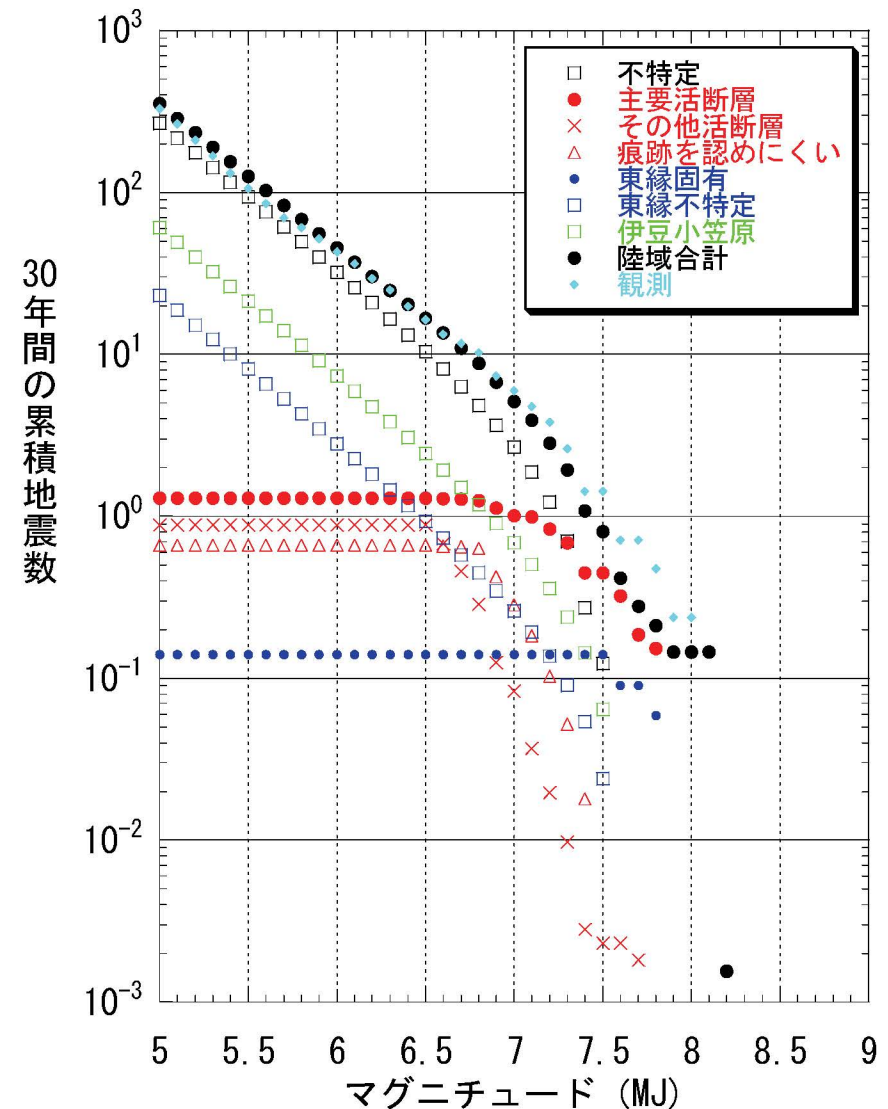
内陸地震発生数の期待値と発生数の比較

■ 確率論的地震動予測地図(2014年版)のモデルによる地震数の30年間の**期待値**(累積地震数)を規模別に算定し、**実際の地震の発生数**と比較した。手順は以下の通り。

- ◎ 非定常な地震活動モデルが採用されているものは、2014年1月から30年間の期待値。
- ◎ ポアソン過程が採用されているものは、地震発生頻度に基づく30年間の地震発生数を用いた。
- ◎ 比較対象とする観測地震は、

- ・1885年～1925年の宇津カタログ($M \geq 6.0$)
- ・1926年～2010年の気象庁震源($M \geq 5.0$)

を組み合わせたものに基づく30年間の規模別頻度。
ただし、余震は機械的に除去した。



痕跡を認めにくい地震の例



痕跡を認めにくい地震の例1: 庄内地震(M7.0)

■ 庄内地震(M7.0)

1894年10月22日に庄内平野北部(現在の酒田市)で発生。庄内平野で震度V。山形県内で家屋全壊3,858、全焼2,148、死者726人。酒田付近では地震の約20日前から川水減り、井戸枯渇し、布木裏では地震の14~15日前から海水面が約45cm低下した。

※日本被害地震総覧 599-2012(宇佐美・他, 2013)を参考に記述。

■ 庄内平野東縁断層帯の長期評価

◎ 庄内地震等との関係

庄内地震は、本断層帯が活動した地震と推定されるものの、変位は地表に及ばなかった可能性が高く、固有規模の地震ではなかった可能性がある。850年の出羽国地震(M7程度)や1780年のM6.5程度の地震との関係は不明。

◎ 将来の活動

- 規模: M7.5程度
- 確率: 30年発生確率ほぼ0%~6%
- 平均的なずれの速度については精度の良い値が得られていない。また、活動時期及び1回のずれの量についての資料が不足している。

※庄内平野東縁断層帯の長期評価(地震本部, 2005)を要約。

背景は庄内地震の震度分布。

日本被害地震総覧, 599-2012; 宇佐美・他(2013) 東京大学出版会に加筆。

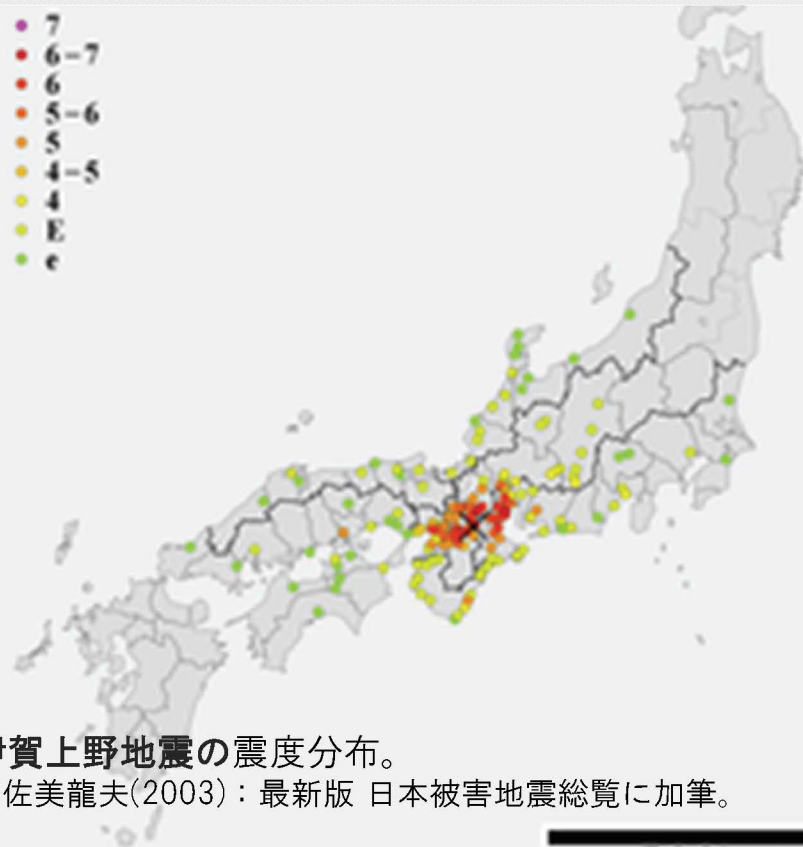


痕跡を認めにくい地震の例2: 伊賀上野地震(M7 1/4)

■ 伊賀上野地震(M7 1/4)

1854年6月12日に現在の伊賀市北部で発生。紀伊半島沿岸で震度Ⅳ～Ⅴと推定され、丹後の宮津、信州の伊那、大垣・岡崎でかなり揺れた。伊賀で家屋倒壊2,270、死者625人、奈良で家屋倒壊700～800、死者280人とされる。伊賀上野・四日市・奈良・大和郡山付近で被害が大きかった。1日ほど前から前震があった。

※日本被害地震総覧 599-2012(宇佐美・他, 2013)を参考に記述。



伊賀上野地震の震度分布。

宇佐美龍夫(2003): 最新版 日本被害地震総覧に加筆

■ 木津川断層帯の長期評価

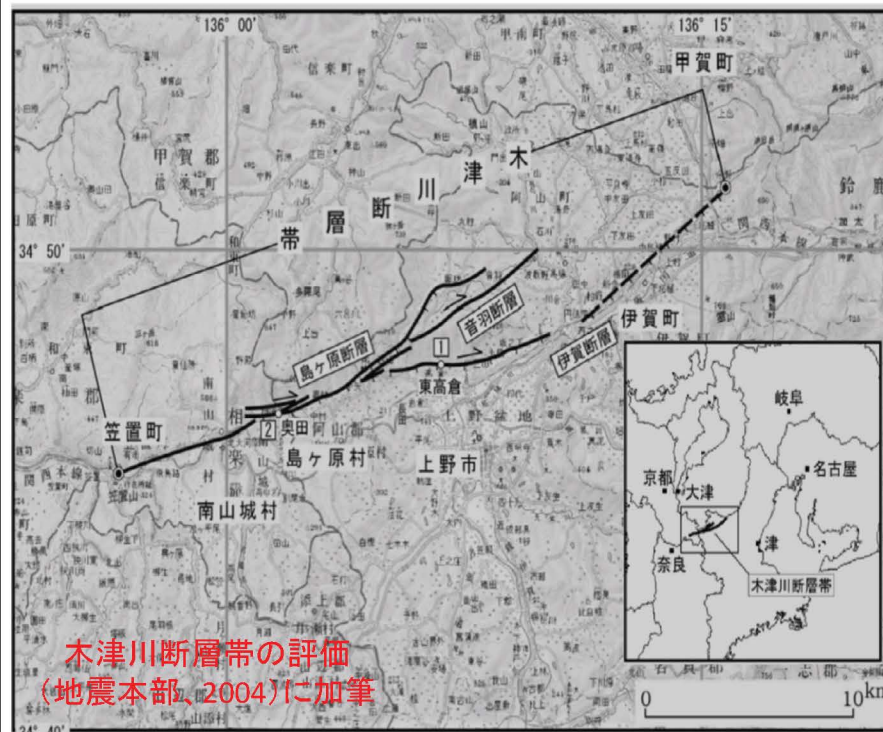
◎ 伊賀上野地震との関係

木津川断層帯の最新活動時期は、1854年の伊賀上野地震と推定される。

◎ 将来の活動

- 規模： M7.3 程度
- 確率： 30年発生確率 ほぼ0%
- 木津川断層帯では、平均活動間隔に関する信頼度の高いデータが得られていないなど、断層帯の特性が精度よく求められていない。

※木津川断層帯の評価(地震本部、2004)を要約。



痕跡を認めにくい地震の例3: 西埼玉地震(M6.9)

■ 西埼玉地震(M6.9) 震源深さ3km。
1931年9月21日に埼玉県西部の山沿いで発生。
埼玉県を中心とした関東地域で震度V。被害は、埼玉県北部・中部の荒川・利根川沿いの沖積地に多かった。被害の密度は小さく、住家全壊76、死者16人。埼玉県内のいたるところで地割れを生じ、地下水や土砂が噴出、井戸水が広範囲で濁った。群馬県の利根川流域、高崎・藤岡・佐田郡、栃木県宇都宮・日光・佐野地方でも被害あり。

※日本被害地震総覧 599-2012(宇佐美・他、2013)を参考に記述。

◎気象庁検測のP波初動分布から横ずれ断層型と推定される(Ichikawa, 1971)。Abe(1974))は波形解析から左横ずれ断層型の震源断層を求めている。

※(深谷断層帯・綾瀬川断層(関東平野北西縁断層帯・元荒川断層帯)の長期評価(一部改訂):(地震本部、2015))を要約。

背景は西埼玉地震の震度分布。

日本被害地震総覧 599-2012:宇佐美・他(2013)
東京大学出版会に加筆。

■ 深谷断層帯の長期評価

◎ 西埼玉地震等との関係

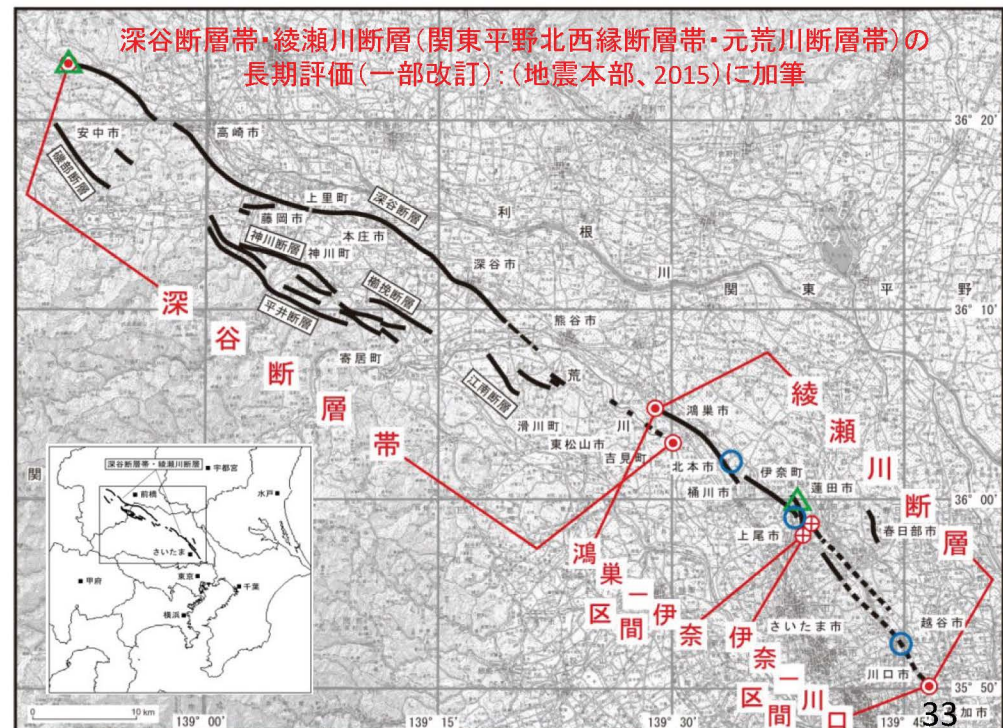
西埼玉地震は、明瞭な地表変位が確認されておらず、少なくとも本断層帯の固有規模の活動ではなかったものと判断した。818年の上野・武蔵の地震(M7.5以上)との関連性の詳細は不明。

◎ 将来の活動

➢規模: M7.9 程度

➢確率: 30年発生確率ほぼ0%—0.1%

※深谷断層帯・綾瀬川断層(関東平野北西縁断層帯・元荒川断層帯)の長期評価(一部改訂):(地震本部、2015a)を要約。



痕跡を認めにくい地震の例4: 福井地震(M7.1)

■福井地震 (M7.1) 震源深さ0km

1948年6月28日に現在の福井県坂井市付近で発生。

規模の割に被害が大きく、福井平野では全壊率が100%に達する集落も多かった。福井平野中央の沖積地は被害が大きかった。この地震により福井県・石川県合わせて全壊36,184戸、焼失3,851戸、死者3,769人。福井市では全壊率80%。地震後の精密測量により、福井平野の東に走向が北北西-南南東方向で東側隆起の左横ずれ断層が見つかった。

※日本被害地震総覧 599-2012(宇佐美・他, 2013)を参考に記述。

■福井平野東縁断層帯の長期評価

◎福井地震との関係

福井平野東縁断層帯西部は、1948年福井地震の震源断層の主断層にほぼ相当。

◎ 将来の活動

- 規模： M7.1 程度
➤確率： 30年発生確率0%

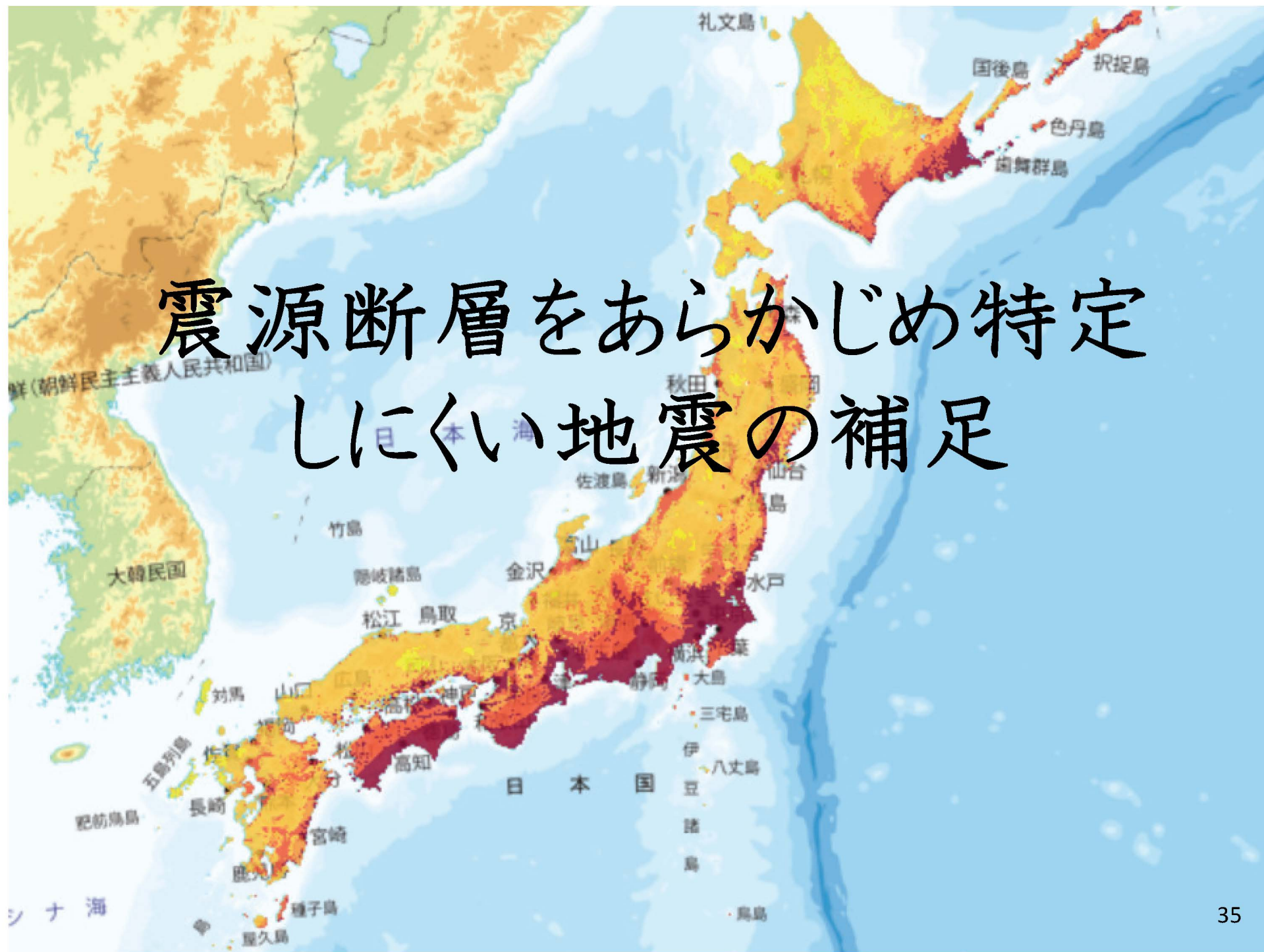
※福井平野東縁断層帯の長期評価（一部改訂）：（地震本部、2009）を要約。

背景は福井地震の震度分布。

日本被害地震総覧 599-2012：宇佐美・他(2013) 東京大学出版会に加筆。



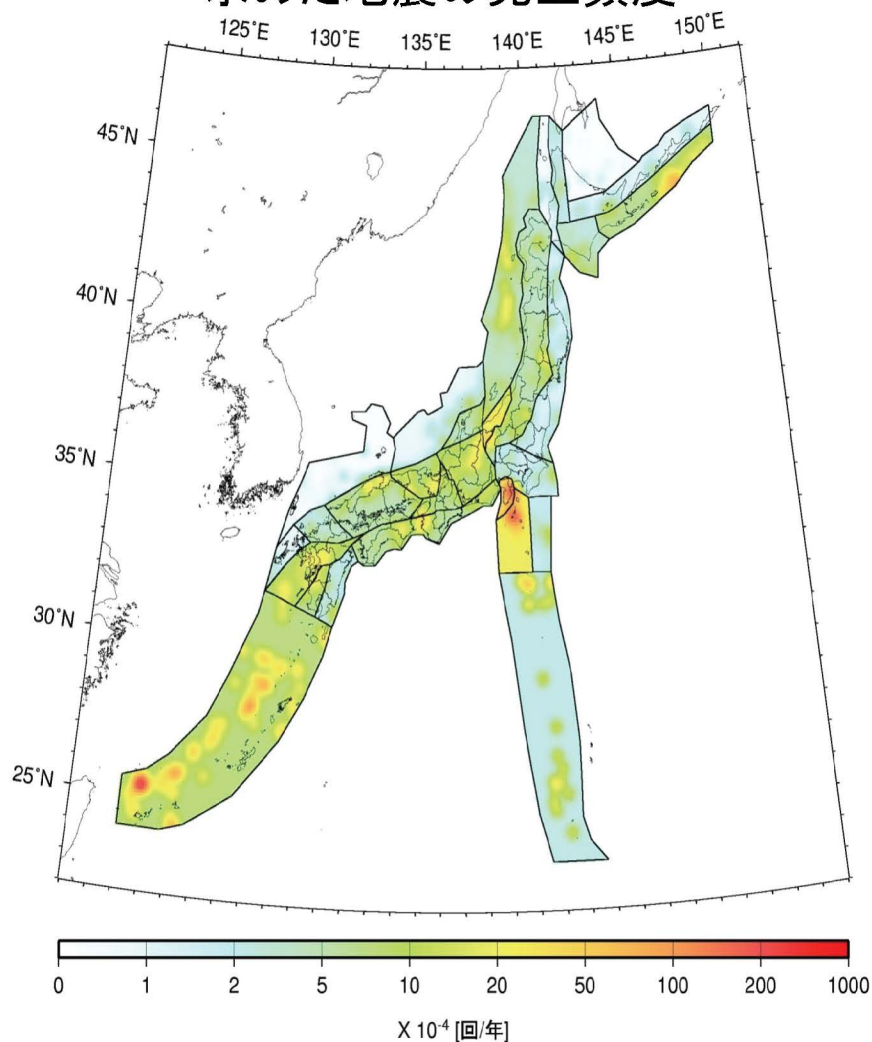
震源断層をあらかじめ特定 しにくい地震の補足



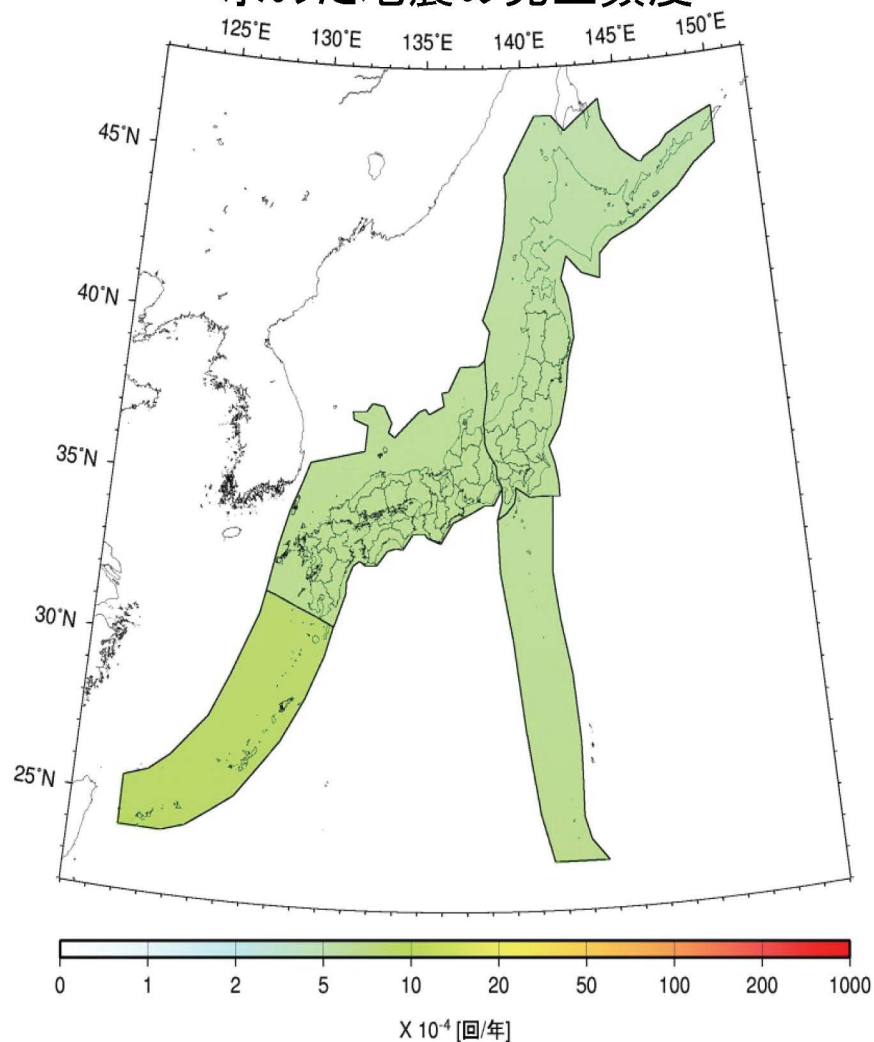
震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の頻度

陸域の地震の発生頻度(0.1度四方あたり、 $M5.0$ 以上)

0.1度グリッドと地域区分を用いて
求めた地震の発生頻度



大領域を用いて
求めた地震の発生頻度



全国地震動予測地図で使用している地震カタログ

中地震カタログ

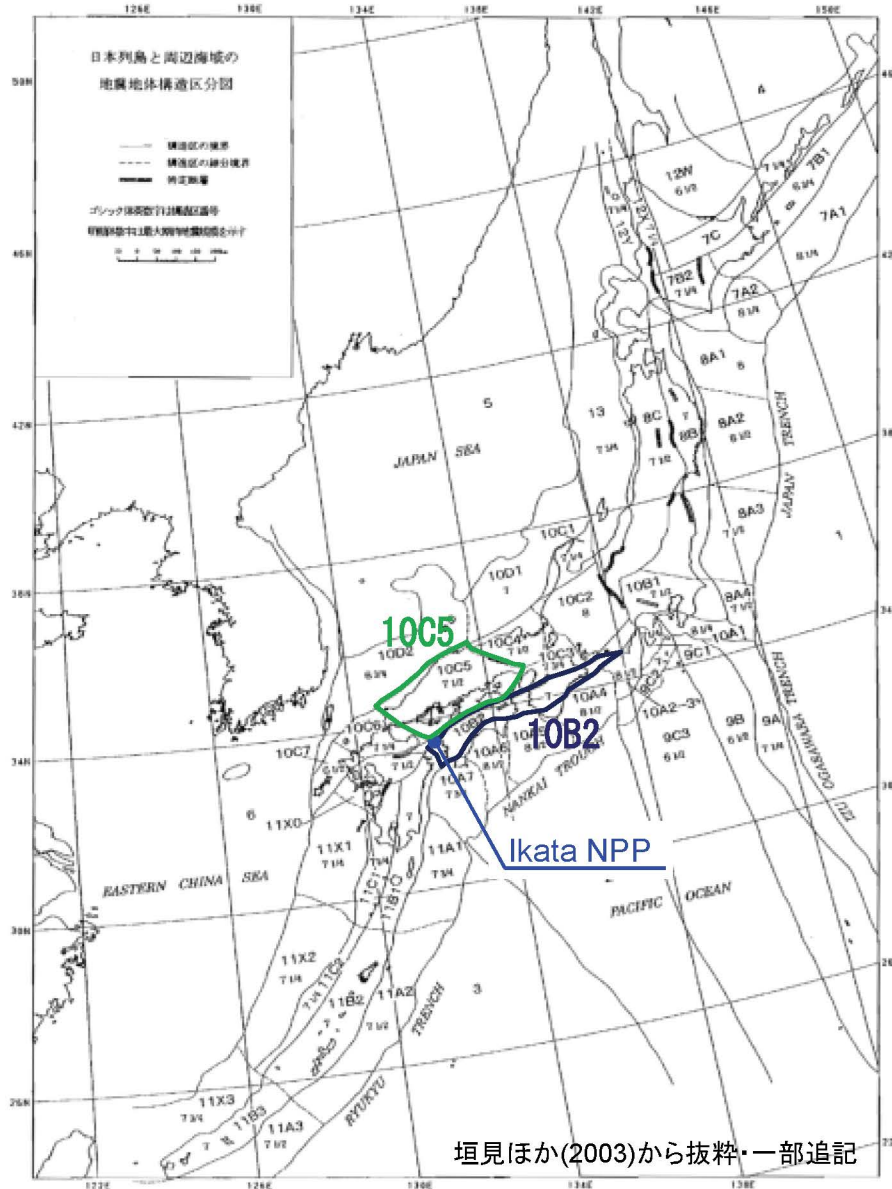
宇津カタログ(宇津, 1982; 宇津, 1985)のうち1885年から1925年のマグニチュード6.0以上の地震と、2010年に刊行された「平成23年5月 地震・火山月報(カタログ編)」(気象庁, 2011)に収録の震源データのうち1926年から2010年のマグニチュード5.0以上の地震のデータを組み合わせたもの。

小地震カタログ

気象庁震源データのうち1983年から2010年のマグニチュード3.0以上(太平洋プレートとフィリピン海プレートの地震については4.0以上)の地震のデータ。

- 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度は、中地震カタログと小地震カタログの2つを併用することを基本とするが、領域によって用いるカタログとカタログデータの期間を変えている。
- 2011年に起きた東北地方太平洋沖地震以降に発生した多数の余震による影響を避けるため、2010年までのカタログデータを用いている。
- 震源深さが200km以浅の地震を用い、別途モデル化されている地震(主要活断層帯、海溝型地震、主要断層帯以外のその他の活断層)に対応するものはこれらのカタログから除去している。
- 余震は、マグニチュード6.0以上の地震の発生後90日以内に、震央を中心とする $\log A = M - 3.2$ (建設省土木研究所地震防災部振動研究室, 1983)で表される面積 A (km²) の円内で発生した地震を余震とみなし、機械的に除去している。前震および群発地震は除去しない。

垣見・他(2003)による地震地体構造区分 Zoning of seismotectonic provinces (Kakimi et al., 2003)



垣見ほか(2003)から抜粋・一部追記

Fig. 1. Seismotectonic province map in and around the Japanese islands. Boldfaced sign is the symbol of province. Roman-type numeral represents the expected maximum earthquake magnitude (M_{max}) assigned to each province. Solid line: boundary between provinces. Broken line: boundary between subprovinces. Bar: the designated fault.

○垣見ほか(2003)によると、「中央構造線はそれ自体が活断層であるが、また活断層の多い内帯側と、きわめて少ない外帯側を分ける活断層フロントに位置していることから、島弧を活断層フロントで内帯、外帯に区分する」とされ、中央構造線を構造区の中で例外的に長い特定断層の1つとして別途考慮することとしている。

○伊方発電所立地地点は「西南日本弧外帯」の北縁に位置し、北方の「中国山地・瀬戸内海」とは中央構造線断層帯の分布域が境界となっている。

中央構造線 (特定断層)

(1) 構造区	10B2 西南日本弧外帯	10C5 中国山地・瀬戸内海
(2) 地形・地質	外弧隆起帯、安定域	北半部は安定隆起域、南半部は沈降域。北部に火山
(3) 活断層の密度・長さ・活動度・断層型ほか特徴	極小、短(中)、C、横・逆	小、中(長)、B(A)、横・逆、北東(右)、北西(左)が卓越、東西(逆)はやや古い、南端は中央構造線
(4) 浅発大・中地震活動	低	中(1885年以降は北部で高)瀬戸内地域でやや深い、東西圧縮横ずれ断層型

垣見ほか(2003)から抜粋

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2, 55, 389-406.

参考文献

- ABE, K. , (1974): Seismic displacement and ground motion near a fault : the Saitama earthquake of September 21, 1931. J. Geophys. Res., 79, 4393-4399.
- Ichikawa, M. (1971): Reanalyses of mechanism of Earthquakes which occurred in and Japan, and statistical studies on the nodal plane solutions obtained, 1926-1968. Geophys. Mag., 35, 207-274.
- 石辺岳男, 島崎邦彦(2006): 活断層周辺の地震活動からみた固有地震説. 歴史地震, (21), 137-152.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004): 木津川断層帯の評価
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005): 庄内平野東縁断層帯の長期評価.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009): 福井平野東縁断層帯の評価(一部改訂) .
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009): 六日町断層帯の長期評価.
- 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)」.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013): 布田川断層帯・日奈久断層帯の評価(一部改訂).
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2014): 全国地震動予測地図2014年版～全国の地震動ハザードを概観して～ 付録-1.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2015): 深谷断層帯・綾瀬川断層(関東平野北西縁断層帯・元荒川断層帯)の長期評価(一部改訂) .
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2015): 糸魚川－静岡構造線断層帯の長期評価(第二版) .
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2016): 平成28年(2016年)熊本地震の評価.
- 建設省土木研究所地震防災部振動研究室(1983): 前・余震の頻度および規模に関する調査, 土研資料 No.1995.
- 気象庁(2011): 平成23年5月 地震・火山月報(カタログ編).
- 島崎邦彦 (2008): 活断層で発生する大地震の長期評価: 発生頻度推定の課題. 活断層研究, 2008(28), 41-51 .
- 武村雅之 (1998): 日本列島における地殻内地震のスケーリング則-地震断層の影響および地震被害との関連. 地震. 2 輯, 51(2), 211-228.
- 宇津徳治(1982): 日本付近のM6.0以上の地震及び被害地震の表: 1885年～1980年, 地震研究所彙報, Vol. 57, pp. 401-463.
- 宇津徳治(1985): 日本付近のM6.0以上の地震及び被害地震の表: 1885年～1980年(訂正と追加), 地震研究所彙報, Vol. 60, pp. 639-642.