

周防灘断層帯（周防灘断層群・宇部沖断層群）の 長期評価（一部改訂）

宇部沖断層群（周防灘断層群）は、周防灘東部に分布する活断層群である。平成 20 年には、平成 10、11、13、15 年度に海上保安庁によって行われた調査をはじめ、それまで行われた調査研究成果に基づいて、断層群の諸特性が評価された。ここでは、その後に行われた調査の新たな知見に基づき、周防灘断層群及び宇部沖断層群を周防灘断層帯として、断層帯の諸特性を次のように評価した^{*1}。

1. 断層帯の位置及び形態

周防灘断層帯は、山口市及び防府市にかけての沖から、大分県の国東半島北方の周防灘東部に分布する断層帯である。周防灘断層帯は、概ね北東－南西から南北方向に延びる多数の並走する断層から構成され、分布する断層の位置及び形態から、周防灘断層帯主部区間、秋穂（あいお）沖断層区間に区分される。

周防灘断層帯主部区間は、山口県防府市の南方沖から大分県の国東半島北西沖に至る活動区間である。長さは約 44 km で、概ね北北東－南南西方向に延びる。周防灘断層帯主部区間は右横ずれを主体とし、北西側隆起の成分を伴う断層である（図 1、図 2 及び表 1）。

秋穂沖断層区間は、山口県防府市の南西沖に分布する活動区間である。長さは約 23 km で、概ね北東－南西方向に延びる。秋穂沖断層帯は右横ずれを主体とし、北西側隆起の成分を伴う断層である（図 1、図 2 及び表 3）。

なお、従来は宇部沖断層群（周防灘断層群）を構成する断層として評価されていた宇部南方沖断層帯は、陸域の菊川断層帯や小郡断層との関係や連続性を考慮し、宇部南方沖断層として別途評価を行うこととした。

2. 断層帯の過去の活動

（1）周防灘断層帯主部区間

周防灘断層帯主部区間の平均的な右横ずれの速度は不明であるが、上下方向のずれの速度は、概ね 0.2m/千年の可能性がある。最新活動時期は、約 1 万 1 千年前以後、約 1 万年前以前であったと推定される。活動時の右横ずれ量は 4 m 程度で、平均活動

*1 宇部沖断層群（周防灘断層群）は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2008）により長期評価が公表されている。その後に行われた調査及び研究成果により、陸域延長部の断層や位置・形状に関する新たな知見が得られた。それらの知見に基づき、ここでは従来の宇部沖断層群（周防灘断層群）を周防灘断層帯と宇部南方沖断層に区分し、周防灘断層帯として評価を行った。

間隔は、概ね5千8百－7千5百年の可能性がある（表1）。

（2）秋穂沖断層区間

秋穂沖断層区間の平均的な右横ずれの速度は不明であるが、上下方向のずれの速度は、概ね0.1m／千年の可能性があり、なお、秋穂沖断層区間の最新活動時期、平均活動間隔は不明である（表3）。

3. 断層帯の将来の活動

（1）周防灘断層帯主部区間

周防灘断層帯主部区間は、全体が1つの区間として活動する場合、M7.6程度の地震が発生する可能性があり、その際、断層近傍の海底面では、4m程度の右横ずれと断層の北西側が南東側に対して1－2m高まる段差が生じる可能性がある（表1）。周防灘断層帯主部区間の最新活動後の経過率及び将来このような地震が発生する長期確率は表2に示すとおりである。本評価で得られた地震発生長期確率には幅があるが、その最大値をとると、周防灘断層帯主部区間は、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1、2）。

（2）秋穂沖断層区間

秋穂沖断層区間は、全体が1つの区間として活動する場合、M7.1程度の地震が発生する可能性があり、その際には断層近傍の海底面に2m程度の右横ずれと断層の北西側が南東側に対して相対的に高まる段差が生じる可能性がある（表1）。ただし、秋穂沖断層区間の最新活動後の経過率及び将来このような地震が発生する長期確率は不明である。

4. 今後に向けて

周防灘断層帯の秋穂沖断層区間については、最新活動を含めた過去の活動について、ほとんどデータが得られていない。よって、この活動区間の活動履歴に結びつく資料を蓄積していく必要がある。また、周防灘断層帯のいずれの活動区間についても、平均的な横ずれの速度が求められていない。さらに、今回の評価では本断層帯とは別途評価を行うこととした宇部南方沖については、断層の存在や活動性を確認し、菊川断層帯との関連性について調査を実施していく必要がある。

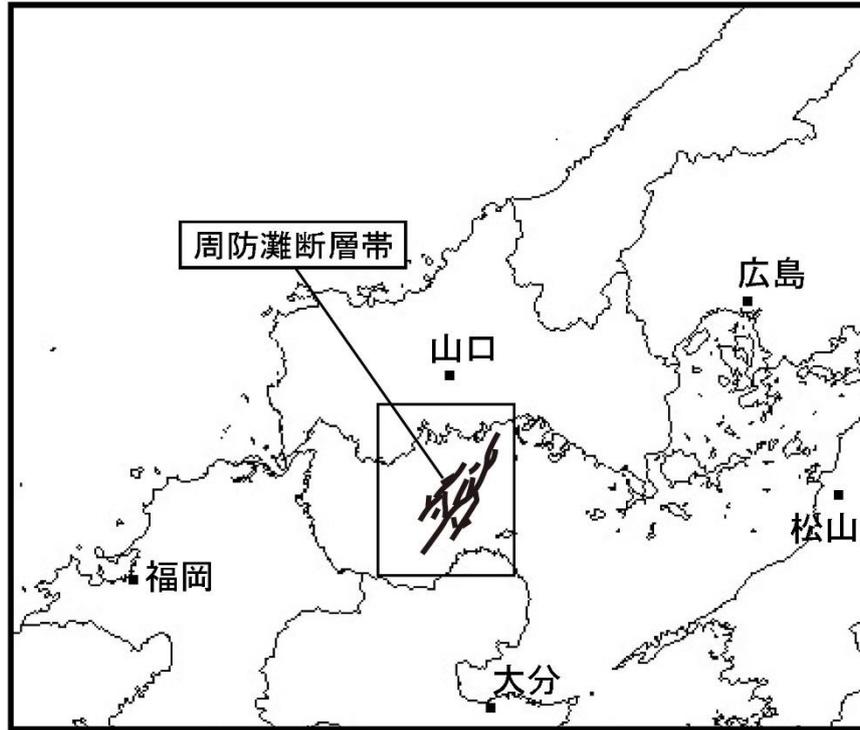


図1 周防灘断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)

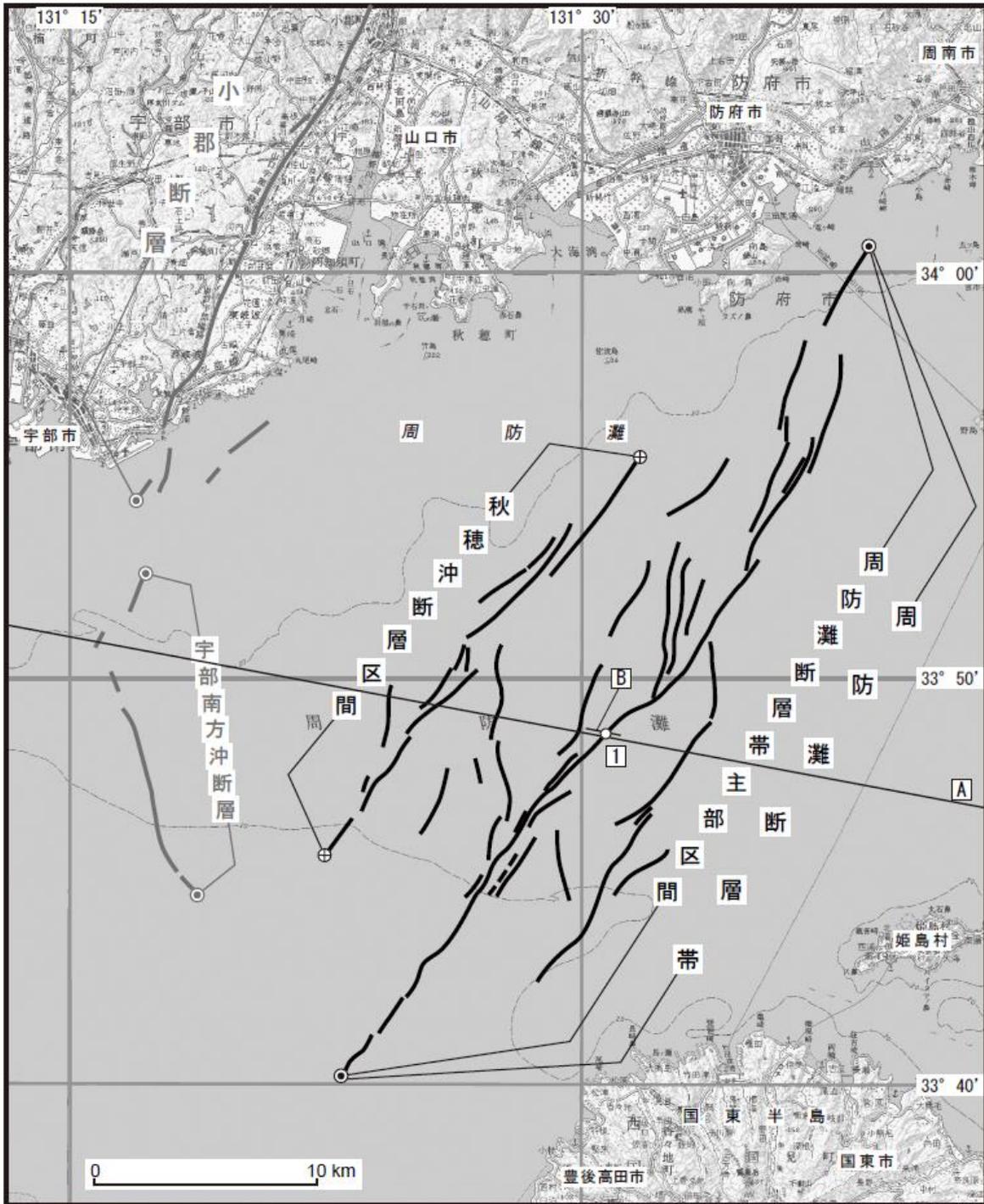


図2 周防灘断層帯の位置と主な調査地点

1 : 文献3による採泥地点 A、B : 文献3による音波探査測線

● : 断層帯の端点

活断層の位置は文献3、及び4に基づく。

基図は国土地理院発行数値地図 20000 (地図画像)「山口」、「中津」を使用。

表 1 周防灘断層帯の特性

項 目	特 性	信頼度 (注 3)	根 拠 (注 4)
1. 断層帯の位置・形態			
(1)断層帯を構成する断層	<p>(周防灘断層帯主部区間)</p> <p>山口県防府市の南方沖から大分県の国東半島北西沖にかけて分布する断層（海上保安庁水路部（2000）による F.3 断層、F.9 断層、F.15 断層など）</p> <p>(秋穂（あいお）沖断層区間)</p> <p>山口県防府市の南西沖に分布する断層（海上保安庁水路部（2000）による F.5 断層、F.6 断層、F.18 断層、海上保安庁水路部（1999）による F.7 断層など）</p>		文献 3、4 による。
(2)断層帯の位置・形状	<p>地表（海底）における断層帯の位置・形状</p> <p>断層帯の位置</p> <p>(全体)</p> <p>北東端：北緯 34° 00.6′ 東経 131° 38.4′</p> <p>南西端：北緯 33° 40.2′ 東経 131° 22.9′</p> <p>長さ 約 44 km</p> <p>一般走向 N30° E</p> <p>(周防灘断層帯主部区間)</p> <p>北東端：北緯 34° 00.6′ 東経 131° 38.4′</p> <p>南西端：北緯 33° 40.2′ 東経 131° 22.9′</p> <p>長さ 約 44 km</p> <p>一般走向 N30° E</p> <p>(秋穂沖断層区間)</p> <p>北東端：北緯 33° 55.5′ 東経 131° 31.7′</p> <p>南西端：北緯 33° 45.6′ 東経 131° 22.4′</p> <p>長さ 約 23 km</p> <p>一般走向 N38° E</p>	<p>○</p>	<p>文献 3、4 による。位置及び長さは図 2 から計測。</p> <p>一般走向は断層帯の両端を結んだ方向（図 2 参照）。</p>
	<p>地下における断層面の位置・形状</p> <p>(周防灘断層帯主部区間)</p> <p>長さ及び上端の位置</p> <p>地表（海底）での長さ・位置と同じ</p> <p>上端の深さ：0 km</p> <p>傾斜：高角度</p> <p>幅：不明</p> <p>(秋穂沖断層区間)</p> <p>長さ及び上端の位置</p>	<p>○</p> <p>◎</p> <p>○</p> <p>○</p>	<p>文献 3、4 による。</p> <p>文献 2 に示された音波探査断</p>

	地表（海底）での長さ・位置と同じ 上端の深さ：0 km 傾斜：高角度 幅：不明	◎ ○	面から推定。 地震発生層の下限の深さは 15-20 km程度。
(3)断層のずれの 向きと種類	(周防灘断層帯主部区間) 右横ずれ断層（北西側隆起を伴う） (秋穂沖断層区間) 右横ずれ断層（北西側隆起を伴う）	△ △	文献2、4、5の記述及び周 辺の地質構造などから推定。
2. 断層帯の過去の活動			
(1)平均的なずれ の速度	(周防灘断層帯主部区間) 概ね0.2 m/千年（上下成分） (秋穂沖断層区間) 概ね0.1 m/千年（上下成分）	△ △	文献4に示された地層のず れの量から推定。
(2)過去の活動時 期	(周防灘断層帯主部区間) 活動1（最新活動） 約1万1千年前以後、約1万年前以前 (秋穂沖断層区間) 不明	○	文献5による。
(3)1回のずれの 量と平均活動 間隔	(周防灘断層帯主部区間) 1回のずれの量 1-2m程度（上下成分） 4m程度（右横ずれ成分） 平均活動間隔 概ね5千8百-7千5百年 (秋穂沖断層区間) 1回のずれの量 2m程度（右横ずれ成分） 平均活動間隔 不明	△ △ △ △	断層の長さから推定。 断層の長さから推定。 平均的なずれの速度と1回 のずれの量（上下成分）か ら推定。 断層の長さから推定。
(4)過去の活動区 間	(周防灘断層帯主部区間) 全体で1区間 (秋穂沖断層区間) 全体で1区間	△ △	断層帯の位置関係・形状等か ら推定。
3. 断層帯の将来の活動			
(1)将来の活 動区間及び活 動時の地震の	(周防灘断層帯主部区間) 地震の規模：M7.6程度 ずれの量：4m程度（右横ずれ成分）	△ △	断層帯の位置関係・形状等 から推定。 断層の長さから推定。

規模	(秋穂沖断層区間) 地震の規模：M7.1程度 ずれの量：2m程度（右横ずれ成分）	△ △	断層の長さから推定。 断層の長さから推定。 断層の長さから推定。
----	--	--------	--

表2 周防灘断層帯（周防灘断層帯主部区間）の将来の地震発生確率等

項目	将来の地震発生確率等 (注5)	信頼度 (注6)	備考
地震後経過率（注7）	1.3-1.9		
今後30年以内の地震発生確率	2%-4%	b	発生確率及び集積確率は文献1による。
今後50年以内の地震発生確率	4%-6%		
今後100年以内の地震発生確率	7%-10%		
今後300年以内の地震発生確率	20%-30%		
集積確率（注8）	90%-90%より大*		

*95%以上は「90%より大」と表記

注1：地震調査委員会の活断層評価では、将来の活動区間が単独で活動した場合の今後30年間の地震発生確率について、次のような相対的な評価を盛り込むこととしている。

今後30年間の地震発生確率（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年間の地震発生確率（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」

注2：1995年兵庫県南部地震、1858年飛越地震及び1847年善光寺地震の地震発生直前における30年確率と集積確率は以下のとおりである。

地震名	活動した活断層	地震発生直前の 30年確率 (%)	地震発生直前の 集積確率 (%)	断層の平均活動 間隔 (千年)
1995年兵庫県南部 地震 (M7.3)	六甲・淡路島断層帯主部 淡路島西岸区間 「野島断層を含む区間」 (兵庫県)	0.02%-8%	0.06%-80%	約1.7-約3.5
1858年飛越地震 (M7.0-7.1)	跡津川断層帯 (岐阜県・富山県)	ほぼ0%-13%	ほぼ0%- 90%より大	約1.7-約3.6
1847年善光寺地震 (M7.4)	長野盆地西縁断層帯 (長野県)	ほぼ0%-20%	ほぼ0%- 90%より大	約0.8-約2.5

「長期的な地震発生確率の評価手法について」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2001）に示されているように、地震発生確率は前回の地震後、十分長い時間が経過しても100%とはならない。その最大値は平均活動間隔に依存し、平均活動間隔が長いほど最大値は小さくなる。30年確率の最大値は平均活動間隔が5千8百年の場合は4%程度である。

注3：信頼度は、特性欄に記載されたデータの相対的な信頼性を表すもので、記号の意味は次のとおり。

◎：高い、○：中程度、△：低い

パラメーターのばらつきの高さや推定の幅を、以下の語句をパラメーターの前に付して表現する。

幅が大きい 「概ね > 程度 > 約 > 前後」 幅が小さい

注4：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

文献1：地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）

文献2：海上保安庁海洋情報部（2004）

文献3：海上保安庁水路部（1999）

文献4：海上保安庁水路部（2000）

文献5：海上保安庁水路部（2002）

注5：評価時点はすべて2016年1月1日現在。なお、計算に当たって用いた平均活動間隔の信頼度は低い（△）ことに留意されたい。

注6：地震後経過率、発生確率及び現在までの集積確率（以下、発生確率等）の信頼度は、評価に用いた信頼できるデータの充足性から、評価の確からしさを相対的にランク分けしたもので、aからdの4段階で表す。各ランクの一般的な意味は次のとおりである。

a：（信頼度が）高い b：中程度 c：やや低い d：低い

発生確率等の評価の信頼度は、これらを求めるために使用した過去の活動に関するデータの信頼度に依存する。信頼度ランクの具体的な意味は以下のとおりである。分類の詳細については付表を参照のこと。なお、発生確率等の評価の信頼度は、地震発生の切迫度を表すのではなく、発生確率等の値の確からしさを表すことに注意する必要がある。

発生確率等の評価の信頼度

- a：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が比較的高く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が高い。
- b：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が中程度で、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が中程度。
- c：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が低く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性がやや低い。
- d：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が非常に低く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が低い。このため、今後の新しい知見により値が大きく変わる可能性が高い。または、最新活動時期のデータが得られていないため、現時点における確率値が推定できず、単に長期間の平均値を確率としている。

注7：最新活動（地震発生）時期から評価時点までの経過時間を、平均活動間隔で割った値。最新の地震発生時期から評価時点までの経過時間が、平均活動間隔に達すると1.0となる。

注8：前回の地震発生から評価時点までに地震が発生しているはずの確率。

(説明)

1. 周防灘断層帯に関するこれまでの主な調査研究

活断層研究会編(1991)には、山口県山口市の秋穂(あいお)湾の南南西方沖約10km付近に、確実度I(注9)の宇部断層が示されている。図上での計測によると、長さは約2kmである。この断層は、国土地理院が実施した昭和60年度沿岸海域調査により発見された断層であり、熊本ほか(1986)により報告されている。海上保安庁水路部(現:海上保安庁海洋情報部)は沿岸海域海底活断層調査として、周防灘を対象とした音波探査を実施し、平成10年度に27条、平成11年度に41条の計68条の断層を認定した(海上保安庁水路部,1999,2000)。これらの一部は、最終氷期の最大海退期以降に堆積した沖積層の内部まで変位を与えているとされているが、海底面まで変形させるような断層は報告されていない。また、平成15年度に海上保安庁海洋情報部が実施した周防灘深層音波探査によって、周防灘海域では東方に向かって基盤深度が深くなり、堆積層も厚くなること示された(海上保安庁海洋情報部,2004)。なお、活断層研究会編(1991)が宇部断層を確実度Iとしているほかは、確実度について直接言及しているものはない。

本断層帯の詳しい位置は、活断層研究会編(1991)、海上保安庁水路部(1999,2000)などに示されている。

2. 周防灘断層帯の評価結果

2.1 断層帯の位置及び形態

(1) 断層帯を構成する断層

宇部沖断層群は、海上保安庁水路部(1999,2000)によって、長さが20km以上、活動度B級相当であることが示され、基盤的調査観測としての活断層調査の対象となるべき基準を満たすことから、地震調査研究推進本部(2005)の中で、新たに基盤的調査観測の対象として挙げられた12の活断層帯のうちの1つである。平成20年に公表した長期評価の結果、本断層群は周防灘の広い範囲に分布することから、断層群の名称として周防灘断層帯と呼称された。周防灘断層帯は、分布する断層の位置から、松田(1990)の起震断層の基準に基づき、西から宇部南方沖断層帯、宇部南東沖断層帯、秋穂沖断層帯、周防灘断層帯主部及び姫島北西沖断層帯の5つの起震断層により構成されている。

今回の評価の結果、周防灘断層帯は、陸域の周辺断層との連続性、走向、ずれの向き、位置関係によって、周防灘断層帯及び宇部南方沖断層帯に再区分された。周防灘断層帯は、周防灘断層帯主部区間及び秋穂沖断層帯区間に再分される。また、宇部南方沖断層帯の約10km北西に位置する山陽小野田市の陸域には、北北西-南南東方向に延びる菊川断層帯の南端部が位置している。断層の走向と後述するずれの向きからは、宇部南方沖断層帯は菊川断層帯の南延長である可能性もある(図3)。また、宇部南方沖断層帯の北方には、北東-南西方向に延びる断層が分布しているが、断層の走向や連続性、ずれの向きから判断して、陸上の小郡断層と一連の断層と判断した。

本評価では、各断層の位置及び名称は主として海上保安庁水路部(1999,2000)に基づき図2、3に示すとおりとした。

(2) 断層面の位置・形状

a) 周防灘断層帯主部区間

周防灘断層帯主部区間の長さ及び一般走向は図2に示された断層帯の北東端と南西端を直線で結ぶと、それぞれ約44 km、N30° Eとなる。断層面上端の深さは、断層変位が海底面付近に達していることから0 kmとした。断層面の傾斜は、海上保安庁海洋情報部(2004)に示されている深層音波探査断面(図4)などから高角度であると推定される。断層面の下端の深さは、地震発生層の下限を目安とすると15-20 km程度と推定される。しかし、地下深部における断層面の傾斜が明らかでないため、断層面の幅は不明である。

b) 秋穂沖断層区間

秋穂沖断層区間の長さ及び一般走向は図2に示された断層帯の北東端と南西端を直線で結ぶと、それぞれ約23 km、N40° Eとなる。断層面上端の深さは、断層変位が海底面付近に達していることから0 kmとした。断層面の傾斜は、海上保安庁海洋情報部(2004)に示されている深層音波探査断面(図4)などから高角度であると推定される。断層面の下端の深さは、地震発生層の下限を目安とすると15-20 km程度と推定される。しかし、地下深部における断層面の傾斜が明らかでないため、断層面の幅は不明である。

(3) 断層の変位の向き(ずれの向き)(注10)

a) 周防灘断層帯主部区間

海上保安庁水路部(2000, 2002)は、音波探査断面から、横ずれ運動に特徴的な、断層両側の地層がV字状に落ち込んでいる(引きずり込み)構造を認めている。このことに加え、周辺の地質構造、周辺に分布する活断層の変位の向きを考慮すると、周防灘断層帯主部は、右横ずれを主体とする断層である可能性があり、海上保安庁海洋情報部(2004)に示されている深層音波探査断面(図4)などから、北西側隆起成分を伴う可能性がある。

b) 秋穂沖断層区間

海上保安庁水路部(2000)は、周防灘東部海域における音波探査結果から、北東-南西方向の断層は右横ずれの走向移動成分の大きい断層であると考察している。このことに加え、周辺の地質構造、周辺に分布する活断層の変位の向きを考慮すると、秋穂沖断層区間は、右横ずれを主体とする断層である可能性があり、海上保安庁海洋情報部(2004)に示されている深層音波探査断面(図4)などから、北西側隆起成分を伴う可能性がある。

2. 2 断層帯の過去の活動

(1) 平均変位速度(平均的なずれの速度)

a) 周防灘断層帯主部区間

海上保安庁水路部(2000)は、周防灘東部海域(注11)のF.15断層において、II層(更新世後期段丘堆積物相当)に5 m以上、III層(更新世後期吉南(きちなん)層相当)に20 m、IV層(更新世中期相当)に30 m、V層(更新世前期-鮮新世相当)に35 mの高度差を認めている。これらのうちII層上面は最終氷期の最大海退期に浸食を受けたとされている(海上保安庁水路部, 2000)ことから、その時期を2万1千5百年前程度(注12)とすると、II層の上下変位量は5 m以上であることから平均上下変位速度は0.23 m/千年以上と求められる。また、III層は山口県宇部-小郡地域における中位段丘の古殿面を形成する吉南層に対比されており(海上保安庁水路

部、2000)、古殿面の形成時期は12万5千年前程度(注13)であることから、Ⅲ層堆積時期を12万5千年前とし、Ⅲ層堆積時期以降の上下変位量としてⅣ層上面(Ⅲ層下端)の上下変位量30 mを用いて算出すると、平均上下変位速度は0.24 m/千年と求められる。

以上のことから、周防灘断層帯主部区間の平均上下変位速度は概ね0.2 m/千年の可能性があるかと判断した。なお、海上保安庁水路部(2000)では個々の断層における変位量の最大値が示されていることから、変位量の最も大きいF.15断層の値が、周防灘断層帯主部の変位量を代表するものと見なした。

b) 秋穂沖断層区間

海上保安庁水路部(2000)は、周防灘東部海域のF.18断層において、Ⅲ層(更新世後期吉南層相当)に10 m、Ⅳ層(更新世中期相当)及びⅤ層(更新世前期-鮮新世相当)に15 mの高度差を認めている。Ⅲ層は山口県宇部-小郡地域における中位段丘の古殿面を形成する吉南層に対比されており(海上保安庁水路部, 2000)、古殿面の形成時期は12万5千年前程度であることから、Ⅲ層堆積時期を12万5千年前とし、Ⅲ層堆積時期以降の上下変位量としてⅣ層上面(Ⅲ層下端)の上下変位量15 mを用いて算出すると、平均上下変位速度は0.12 m/千年と求められる。

以上のことから、秋穂沖断層区間の平均上下変位速度は概ね0.1 m/千年の可能性があるかと判断した。なお、海上保安庁水路部(2000)では個々の断層における変位量の最大値が示されていることから、変位量の最も大きいF.18断層の値が、秋穂沖断層区間の変位量を代表するものと見なした。

(2) 活動時期

(2-1) 地形・地質的に認められた過去の活動

a) 周防灘断層帯主部区間

海上保安庁水路部(2002)によると、周防灘東部海域のF.15断層を横切る音波探査断面では、反射面D以下の上下変位量が約1 m(示された図から計測すると約1.4-1.8 m)であるのに対し、反射面D-1では約0.8 m、反射面C及びC-1では約0.5 m、反射面Bではほぼ水平である(図5)。よって、反射面Dと反射面Bの間に断層活動があったと推定され、反射面D-1から反射面Bまでの間は、低下側の埋積過程であると考え、活動は反射面Dと反射面D-1の間に限定されるとしている。また、海底コアとの対比により、反射面Dの下位にあたる地層から約1万1千年前、反射面D-1の上位にあたる地層から約1万1千年-1万年前の年代値が得られている(海上保安庁水路部, 2002)(注14、注15)。

以上のことから、本地点における活動時期は約1万1千年前以後、約1万年前以前であったと推定される(図5)。

b) 秋穂沖断層区間

秋穂沖断層区間では、具体的な活動時期を示す情報は得られていない。

(2-2) 先史時代・歴史時代の活動

周防灘断層帯の活動を直接示すような被害地震は知られていない。

以上のことから、周防灘断層帯主部区間の最新活動は、約1万1千年前以後、約1万年前以前と推定される。

(3) 1回の変位量（ずれの量）

a) 周防灘断層帯主部区間

海上保安庁水路部（2002）に示された図から計測すると、最新活動時における上下変位量は約1.4–1.8 mであることから、1回の活動における上下変位量としては、1–2 m程度であった可能性がある（図5）。しかし、横ずれ成分については具体的な数値は得られていない。

また、周防灘断層帯主部の長さは約44 kmと推定されることから、以下の松田ほか（1980）の経験式（1）を用いると、1回の活動に伴う変位量は4.4 mと算出される。

$$D=10^{-1}L \quad (1)$$

ここで、Lは1回の地震で活動する断層の長さ（km）、Dは1回の活動に伴う変位量（m）である。

以上のことから、周防灘断層帯主部の1回の活動に伴う右横ずれ変位量は4 m程度であった可能性があると判断した。

b) 秋穂沖断層区間

秋穂沖断層区間では、1回の活動に伴う変位量を示す直接的な資料は得られていない。しかしながら、秋穂沖断層区間の長さは約23 kmと推定されることから、前述の経験式（1）を用いると、1回の活動に伴う変位量は2.3 mと計算される。

したがって、秋穂沖断層区間の1回の活動に伴う右横ずれ変位量は、2 m程度であった可能性があると判断した。

(4) 活動間隔

a) 周防灘断層帯主部区間

平均上下変位速度が概ね0.2 m/千年（計算値：0.24 m/千年）の可能性があり、最新活動時の上下変位量が1–2 m程度（読み取り値：1.4–1.8 m）であった可能性があることから、周防灘断層帯主部区間の活動間隔は概ね5千8百–7千5百年の可能性はある。

b) 秋穂沖断層区間

秋穂沖断層区間では、活動時期、1回の活動に伴う上下変位量等が求められていないため、平均活動間隔を求めることはできない。

(5) 活動区間

周防灘断層帯主部区間及び秋穂沖断層区間は、それぞれが1つの区間として活動してきた可能性がある。

(6) 測地観測結果

周防灘断層帯周辺における1994年までの約100年間の測地観測結果では、断層帯の北東部で北東-南西方向のわずかな伸張ひずみが見られる(図6-1)。一方、2005年4月から2010年4月までの5年間(図6-2)及び東北地方太平洋沖地震後の2011年9月から2015年9月までの4年間(図6-3)のGNSS観測結果から計算された水平ひずみ分布では、北西-南東方向のわずかな圧縮ひずみが見られる。

(7) 地震観測結果

最近約18年間の地震観測結果によれば、地震発生層の深さ下限は周防灘断層帯主部区間、秋穂沖断層ともに15-20km程度である(図7-1~図7-3)。周防灘断層帯主部区間の南西側領域ではある程度まとまった地震活動が見られる一方で、北東側の活動は一部領域で微小地震活動が見られるものの低調である。発震機構解の求まる地震は極めて少ないが、大局的にみて東西または東北東-西南西方向に圧力軸を持つ型が多い(図7-4)。1923年以降、M5以上の地震は発生していない。

3.3 断層帯の将来の活動

(1) 活動区間及び活動時の地震の規模

a) 周防灘断層帯主部区間

周防灘断層帯主部区間全体が1つの活動区間として活動する場合、上記経験式(1)及び(2)を用いると、発生する地震の規模はM7.6程度であり、4m程度のずれが生じる可能性がある。用いた経験式(2)は、松田(1975)による次の式である。ここで、Lは1回の地震で活動する断層の長さ(km)、Mはその時の地震規模である。

$$M = (\log L + 2.9) / 0.6 \quad (2)$$

b) 秋穂沖断層区間

秋穂沖断層区間は全体が1つの区間として同時に活動する可能性がある。その場合、断層の長さが約23kmと推定されることから、前述の経験式(1)及び(2)に基づくと、M7.1程度の地震が発生する可能性があり、その際には断層近傍の海底面では北西側隆起を伴う2m程度の右横ずれが生じる可能性がある。

(2) 地震発生の可能性

a) 周防灘断層帯主部区間

周防灘断層帯主部区間では、平均活動間隔が概ね5千8百-7千5百年、最新活動時期が約1万1千年前以後、約1万年前以前と求められていることから、平均活動間隔に対する地震後経過率は1.3-1.9となる。また、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2001)に示された手法(BPT

分布モデル、 $\alpha = 0.24$) によると、今後 30 年以内、50 年以内、100 年以内、300 年以内の地震発生確率は、それぞれ、2%–4%、4%–6%、7%–10%及び20%–30%となり、現在までの集積確率は90%–90%より大となる(表2)。本評価で得られた将来の地震発生確率には幅があるが、その最大値をとると、周防灘断層帯主部区間は今後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。

表3に、これらの確率値の参考指標(地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会, 1999)を示す。

b) 秋穂沖断層区間

秋穂沖断層区間では、過去の活動に関する資料が得られていないため、将来の地震発生確率は不明である。

3. 今後に向けて

秋穂沖断層区間については、最新活動を含めた過去の活動について、ほとんどデータが得られていない。よって、この活動区間について、過去の活動履歴に結びつく資料を蓄積していく必要がある。また、周防灘断層区間及び秋穂沖断層区間は併走する複数の断層によって構成されていることから、断層間相互の関係についても検討していく必要がある。

注9:「新編日本の活断層」(活断層研究会編, 1991)は、空中写真判読によって判断される活断層としての確からしさを確実度と呼び、確からしさの高い方から、確実度Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの3段階に区分している。

- ・ 確実度Ⅰの活断層は、活断層であることが確実なものとされている。
- ・ 確実度Ⅱの活断層は、活断層であると推定されるものであり、位置・ずれの向きとも推定できるが、確実度Ⅰと判定できる決定的な資料に欠けるものとされている。
- ・ 確実度Ⅲの活断層は、活断層の可能性はあるが、ずれの向きが不明瞭なもの、また、他の原因、例えば川や海の浸食による崖、あるいは断層に沿った浸食作用によって、線状模様が形成された疑いが残るものとされている。

注10:「変位」を、1、2頁の本文及び6–11頁の表1、3、4では、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、本文や表1、3、4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11:海上保安庁水路部(1999, 2000)は、個々の断層を番号で示しているが、調査年度毎に番号を付しているため重複するものが存在する。そのため、海上保安庁水路部(1999)による調査海域を「宇部南部海域」、海上保安庁水路部(2000)による調査海域を「周防灘東部海域」と呼ぶこととし、個々の断層を示す場合は調査海域名も合わせて記述した。

注12:最終氷期最盛期の年代は、2万1千5百年前程度(暦年較正值)とされており、町田ほか編(2003)などに記されている。なお、氷床コアの研究によって最も寒冷となる時代は約2万5千年前であるとの分析結果の報告もあるが、本評価では、海水準の低下によって浸食を受けた地層上面のずれの量から平均的なずれの速度を算出するのが目的であることから、最も海水準が低下した時期を示す年代値として2万1千5百年前を用いた。

注 13: 吉南層は山口県宇部一小郡地域における中位段丘の古殿面を形成している堆積物であり(河野・小野, 1967)、小池・町田編(2001)によると、古殿面の形成時期は最終間氷期最盛期(海洋酸素同位体ステージ 5e)とされている。また、海洋酸素同位体ステージ 5e は、12 万 5 千年前程度とされており、このことは町田ほか編(2003)などに記されている。なお、海洋酸素同位体ステージとは、深海底ボーリングコア中の有孔虫の殻に含まれる ^{16}O と ^{18}O の同位体比を連続的に測定して温度変化を解析し、温暖期、寒冷期を区分したもので、完新世の温暖期をステージ 1、最終氷期の最寒冷期をステージ 2 のように新しいほうから順に番号が付けられている。奇数が温暖期、偶数が寒冷期に当たり、ステージの中をさらに細分する場合には 5a、5b、5c のようにアルファベットが添えられる。

注 14: 炭素同位体年代については、Ramsey (1995, 2001)、Reimer et al. (2009) に基づいて暦年較正し、原則として 1σ の範囲の数値を 1 千年単位で四捨五入して示した。

注 15: ここでは断層活動時期の上下の年代測定値を Ramsey (1995, 2001)、Reimer et al. (2009) により暦年較正した値から、海水のリザーバ効果を考慮して、400 年新しくした値を評価値としている。以下、リザーバ効果について簡単に記す。放射性炭素同位体年代測定では、宇宙線によって ^{14}C が生成されてから、生物に固定されるまでの時間を考慮する必要がある。 ^{14}C の生成から生物による吸収・固定までの間に ^{14}C が滞留する場所(海水・極氷など)をリザーバ、滞留期間中に進行する ^{14}C の壊変の結果、生物に固定される際の ^{14}C 濃度が大気中の初生 ^{14}C 濃度に比べて低下することをリザーバ効果とよぶ。大気も一つのリザーバであるが、大気中の炭素 (CO_2) は 1 - 2 年で拡散・混合されるため、陸上植物が光合成によって固定する ^{14}C の濃度と大気中の初生 ^{14}C 濃度の差(大気のリザーバ効果)は無視することができる。しかし、貝やサンゴなど海成試料が固定する海水中の炭酸成分に含まれる ^{14}C 濃度は、 CO_2 が海水に溶け込み地球規模で循環する時間(最大 2,000 年)を通じて壊変が進むため、大気中の初生 ^{14}C 濃度より低くなる。従って同時に生存した陸上植物と海成生物の ^{14}C 年代を比較すると、海成生物は海洋のリザーバ効果によって陸上植物より古い年代を示す。日本近海の最近数千年間の外洋水では ^{14}C 年代にして 400 年前後に相当する海水のリザーバ効果が知られている。この値は湧昇流の強弱、海流、陸水の混入、また氷期の海水準変動等の影響を受け、空間的にも時間的にも変化する。

文 献

伊藤順一・星住英夫・巖谷利光(1997): 姫島地域の地質. 地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 74p.

地震調査研究推進本部(1997): 「地震に関する基盤的調査観測計画」. 38p.

地震調査研究推進本部(2005): 「今後の重点的調査観測について(一活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方)」. 32p.

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(2008): 「宇部沖断層群(周防灘断層群)の評価」. 29p.

地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会(1999): 「(改定試案)長期的な地震発生確率の評価手法について」. 74p.

海上保安庁海洋情報部(2004): 「平成 15 年度 周防灘東部深層音波探査 報告書」. 70p.

海上保安庁水路部(1999): 「平成 10 年度 沿岸海域活断層調査「宇部南部」 資料整理報告書」. 30p.

海上保安庁水路部(2000): 「平成 11 年度 沿岸海域活断層調査「周防灘東部」 資料整理報告書」.

- 47p.
- 海上保安庁水路部(2002):「平成13年度 宇部南部 堆積物採取作業及び解析処理作業 報告書」.
107p.
- 金折裕司(代表)(2003):「平成14年度 原子力安全基盤調査研究(原子力安全基盤調査研究(地質断層の再活動性と地震テクトニクスに関する研究)) 報告書」. 山口大学, 72p.
- 金折裕司(代表)(2004):「平成15年度 原子力安全基盤調査研究(原子力安全基盤調査研究(地質断層の再活動性と地震テクトニクスに関する研究)) 報告書」. 山口大学, 41p.
- 金折裕司(代表)(2005):「平成16年度 原子力安全基盤調査研究(原子力安全基盤調査研究(地質断層の再活動性と地震テクトニクスに関する研究)) 報告書」. 山口大学, 136p.
- 金折裕司(代表)(2006):「平成17年度 原子力安全基盤調査研究(原子力安全基盤調査研究(断層岩・プロセスゾーンの特性評価と地震帯の成因に関する研究)) 報告書」. 山口大学, 53p.
- 金折裕司(代表)(2007):「平成18年度 原子力安全基盤調査研究(原子力安全基盤調査研究(断層岩・プロセスゾーンの特性評価と地震帯の成因に関する研究)) 報告書」. 山口大学, 75p.
- 活断層研究会編(1980):「日本の活断層—分布図と資料—」. 東京大学出版会, 363p.
- 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.
- 河野通弘・小野忠熙(1967):中国地方西部の第四系. 日本の第四系, 地学団体研究会, 377-391.
- 清原清人(1956):5万分の1地質図幅説明書「宇部」. 地質調査所, 22p.
- 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, CD-ROM 3枚・付図2葉・105p.
- 小松原琢・水野清秀・金折裕司・小笠原洋・新見 健・木下博久(2005):山口県大原湖断層帯西部, 宇部東部断層のトレンチ調査. 活断層・古地震研究報告, No. 5, 139-145.
- 小松原琢・水野清秀・下川浩一・田中竹延・柳田 誠・松木宏彰・小笠原洋・松山紀香(2004):山口県大原湖断層帯東部, 大原湖断層及び仁保川断層のトレンチ調査. 活断層・古地震研究報告, No. 4, 209-219.
- 河野迪之(1956):5万分の1地質図幅説明書「宇部東部」. 地質調査所, 22p.
- 熊木洋太・太田正孝・飯田 誠・塩屋藤彦(1986):周防灘北部で発見された海底活断層. 活断層研究, 2, 73-76.
- 東木龍七(1929):日本内海周防灘南部の成因論. 地理学評論, 5, 16-41.
- 町田 洋・大場忠道・小野 昭・山崎晴雄・川村善也・百原 新編(2003):「第四紀学」. 朝倉書店, 323p.
- 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.
- 水野清秀・小松原琢・下川浩一・金折裕司・森野道夫・三輪敦志・信岡 大(2004):山口盆地地下の伏在断層調査. 活断層・古地震研究報告, No. 4, 221-230.
- 水野清秀・下川浩一・佃 栄吉・小松原琢・新見 健・井上 基・木下博久・松山紀香・金折裕司(2003):山口県大原湖断層帯の活動性に関する地質調査(序報). 活断層・古地震研究報告, No. 3, 175-184.

- 中田 高・今泉俊文編 (2002) : 「活断層詳細デジタルマップ」. 東京大学出版会, DVD-ROM 2 枚・付図 1 葉・60p.
- 日本の地質「中国地方」編集委員会編 (1987) : 「日本の地質 7 中国地方」. 共立出版株式会社, 306p.
- Ramsey, C. B. (1995) : Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program. *Radiocarbon*, **37**, 425-430.
- Ramsey, C. B. (2001) : Development of the Radiocarbon Program OxCal. *Radiocarbon*, **43**, 355-363.
- Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Burr, G. S., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Reimer, R. W., Richards, D. A., Southon, J. R., Talamo, S., Turney, C. S. M., van der Plicht, J., and Weyhenmeyer, C. E. (2009) : IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **51**, 1111-1150.
- 高田圭太・中田 高・野原 壯・原口 強・池田安隆・伊藤 潔・今泉俊文・大槻憲四郎・鷺谷威・堤 浩之 (2003) : 震源断層となりうる活断層とリニアメントの検討ー中国地方を事例としてー. 活断層研究, **23**, 77-91.
- 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.
- 吉岡敏和・栗田泰夫・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.

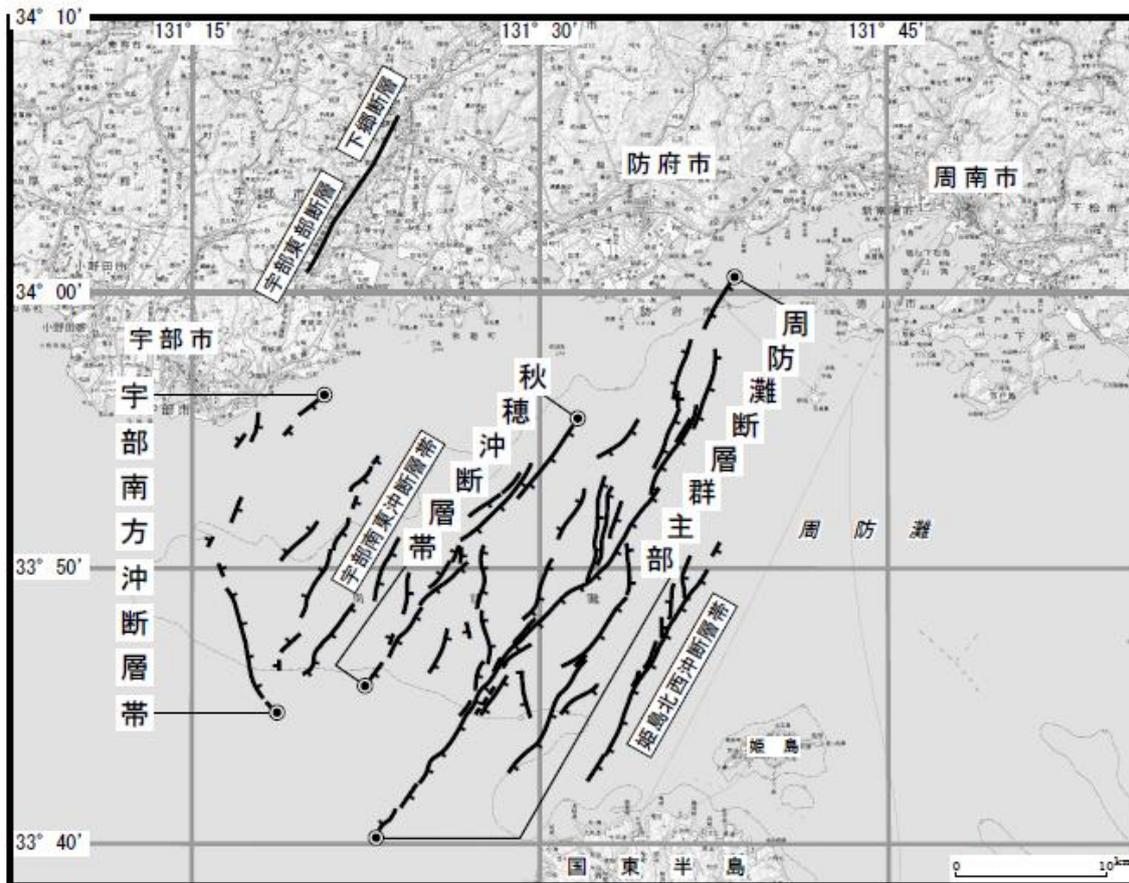


図3 周防灘断層帯の評価において考慮した断層

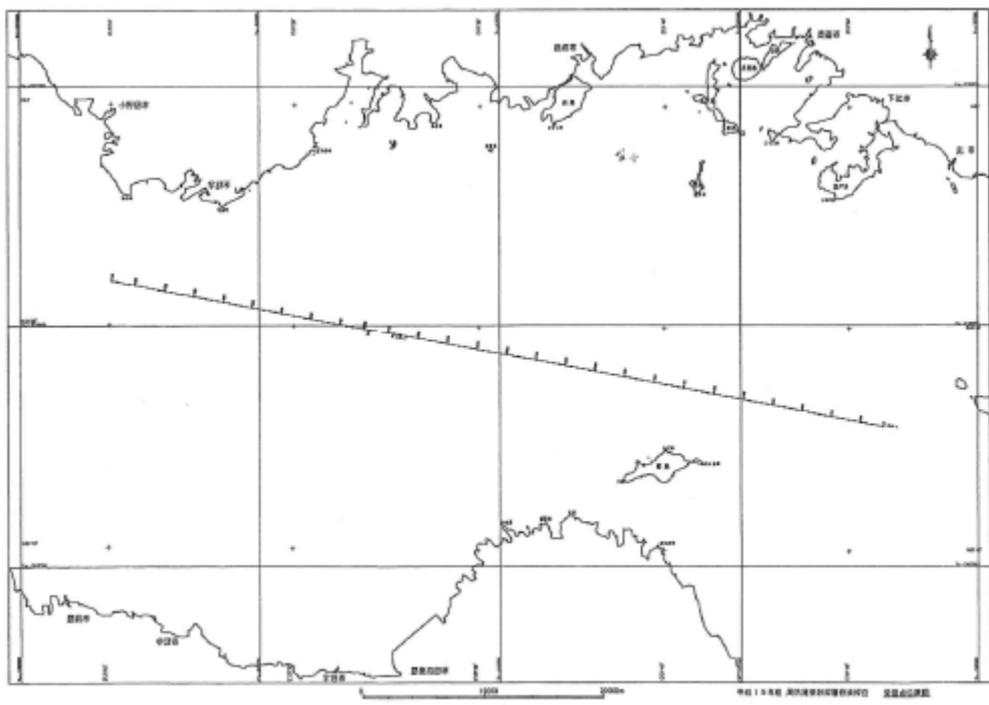
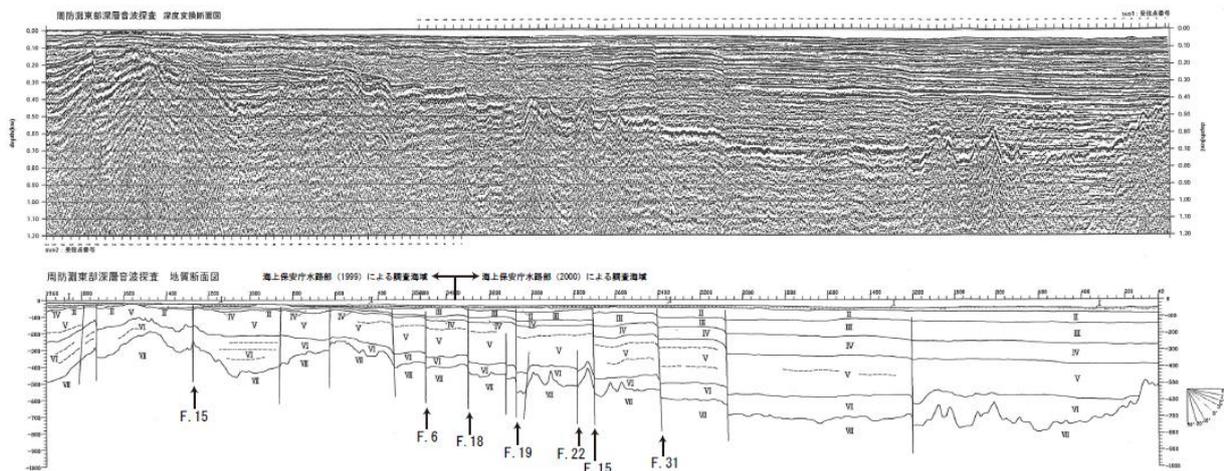


図4 周防灘断層帯における深層音波探査断面
海上保安庁海洋情報部 (2004)
測線の位置は図2に示した[A]。

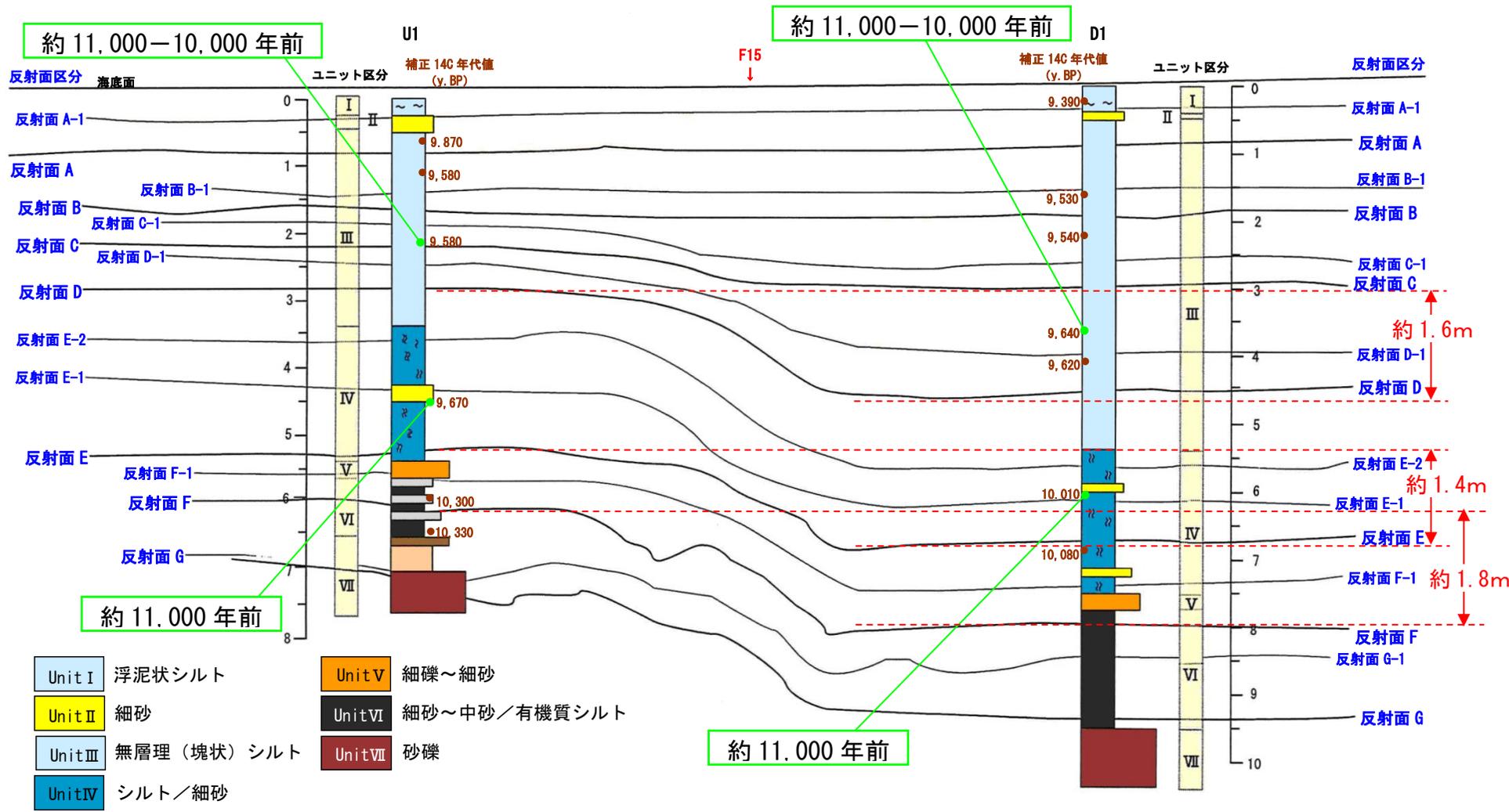


図5 周防灘断層帯主部のイベント層準解釈 海上保安庁水路部（2002）に一部加筆
 測線の位置は図2に示した[B]、ピストンコアリングによる資料採取の位置は図2に示した[1]。
 年代値は暦年較正（注14、注15参照）後の炭素同位体年代を、1000年単位で [] に示した。

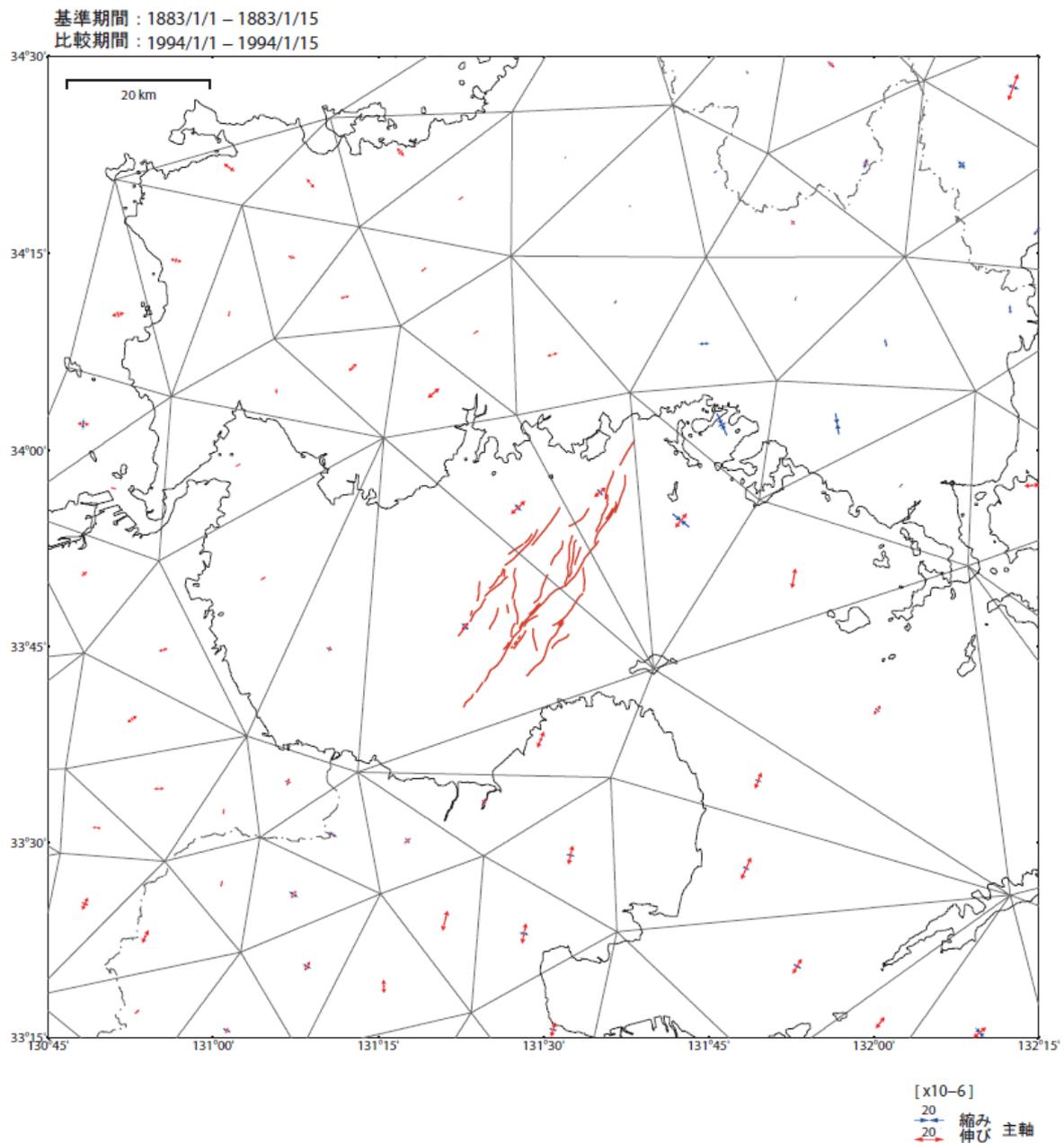


図6-1 約100年間(1883年~1994年)の測地観測による周防灘断層帯周辺の水平ひずみ分布(国土地理院作成)。スケールは 20×10^{-6} 。年間あたりのひずみ速度に換算すると、スケールは $0.2 \times 10^{-6}/\text{年}$ 。

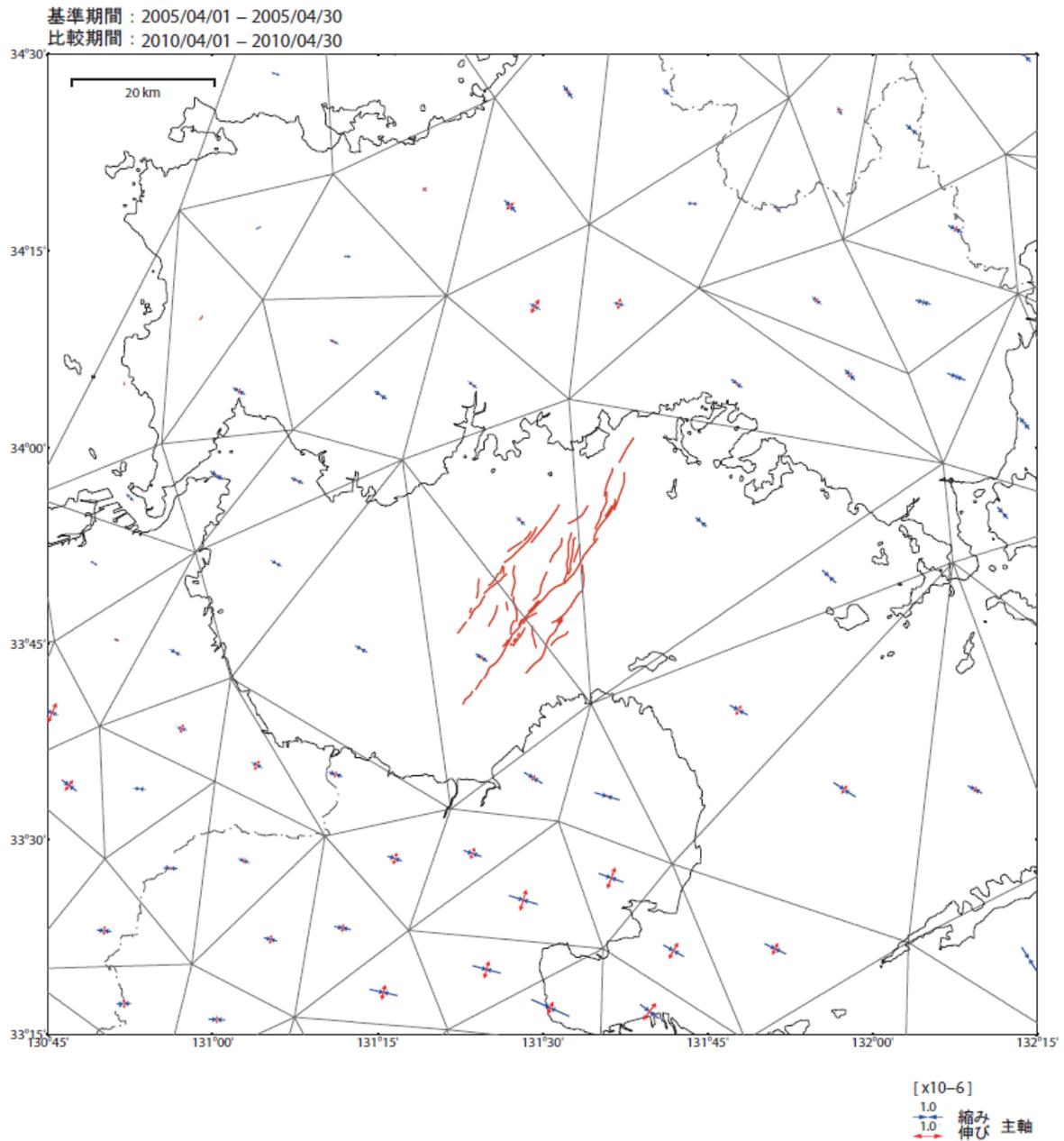


図6-2 2005年4月から2010年4月までのGNSS連続観測による周防灘断層帯周辺の水平ひずみ速度分布（国土地理院作成）。スケールは 1.0×10^{-6} 。年間あたりのひずみ速度に換算すると、スケールは $0.2 \times 10^{-6}/\text{年}$ 。

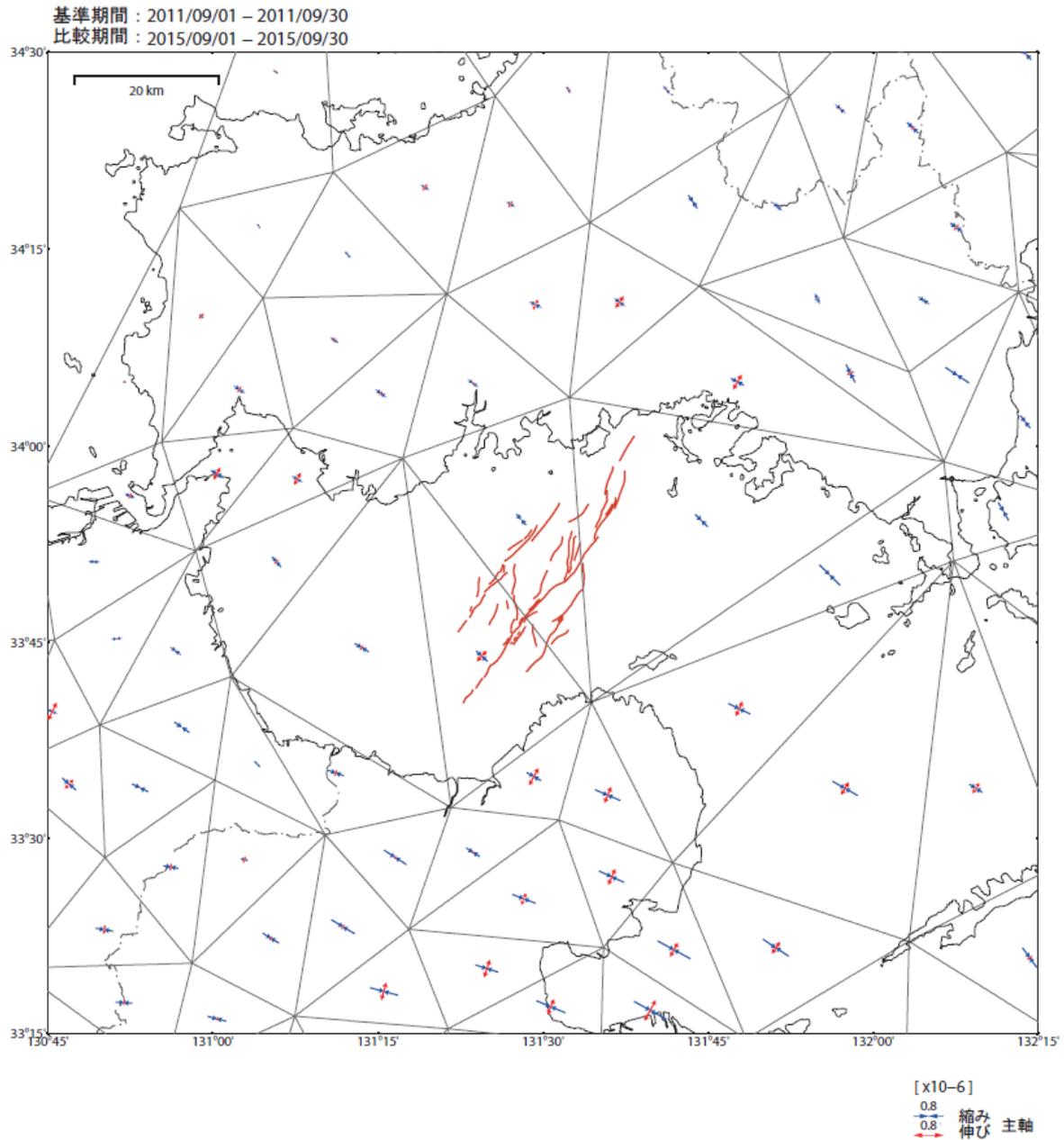


図6-3 2011年9月から2015年9月までのGNSS連続観測による周防灘断層帯周辺の水平ひずみ速度分布（国土地理院作成）。スケールは 0.8×10^{-6} 。年間あたりのひずみ速度に換算すると、スケールは $0.2 \times 10^{-6}/\text{年}$ 。

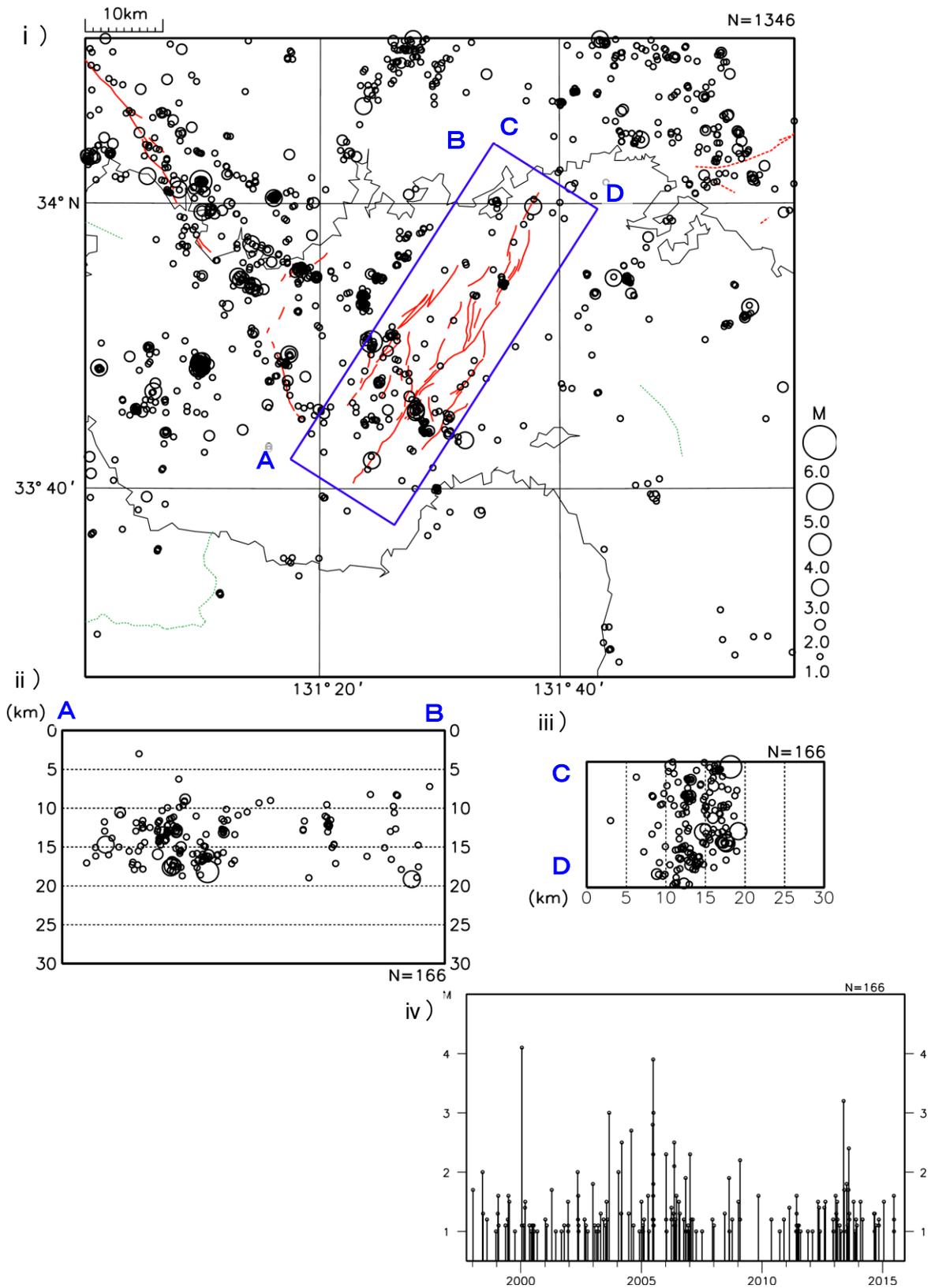


図 7-1 周防灘断層帯周辺の地震活動 (気象庁作成)

- i) 震央分布図 (1997 年 10 月 1 日～2015 年 11 月 30 日、深さ 30km 以浅、M1.0 以上)。
- ii) i) の矩形領域内の A-B 投影の断面図。
- iii) i) の矩形領域内の C-D 投影の断面図。
- iv) i) の矩形領域内の M-T 図 (地震活動経過図)。

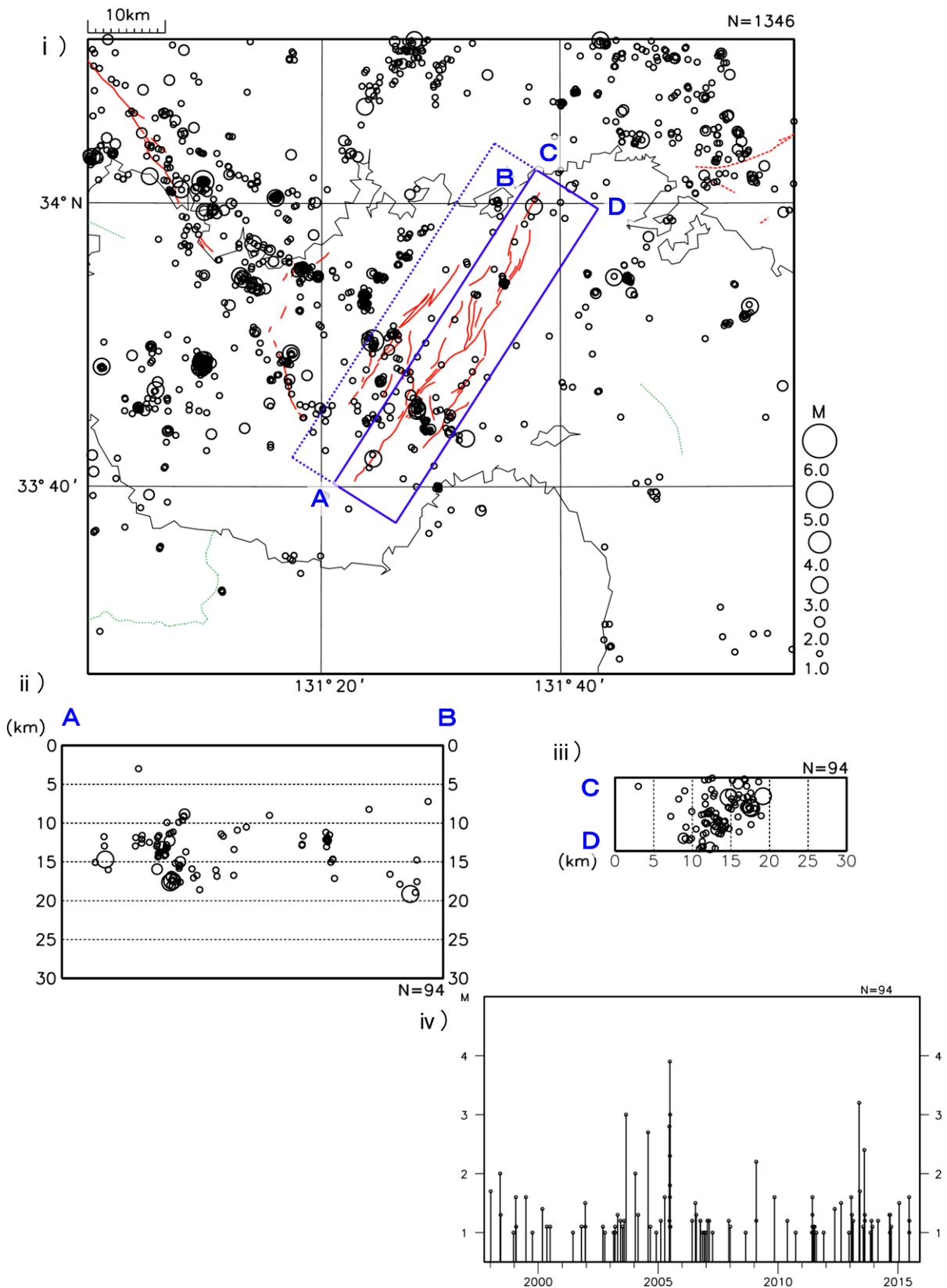


図 7-2 周防灘断層帯主部区間周辺の地震活動 (気象庁作成)

i) 震央分布図 (1997 年 10 月 1 日~2015 年 11 月 30 日、深さ 30km 以浅、M1.0 以上)。

ii) i) の矩形領域内の A-B 投影の断面図。

iii) i) の矩形領域内の C-D 投影の断面図。

iv) i) の矩形領域内の M-T 図 (地震活動経過図)。

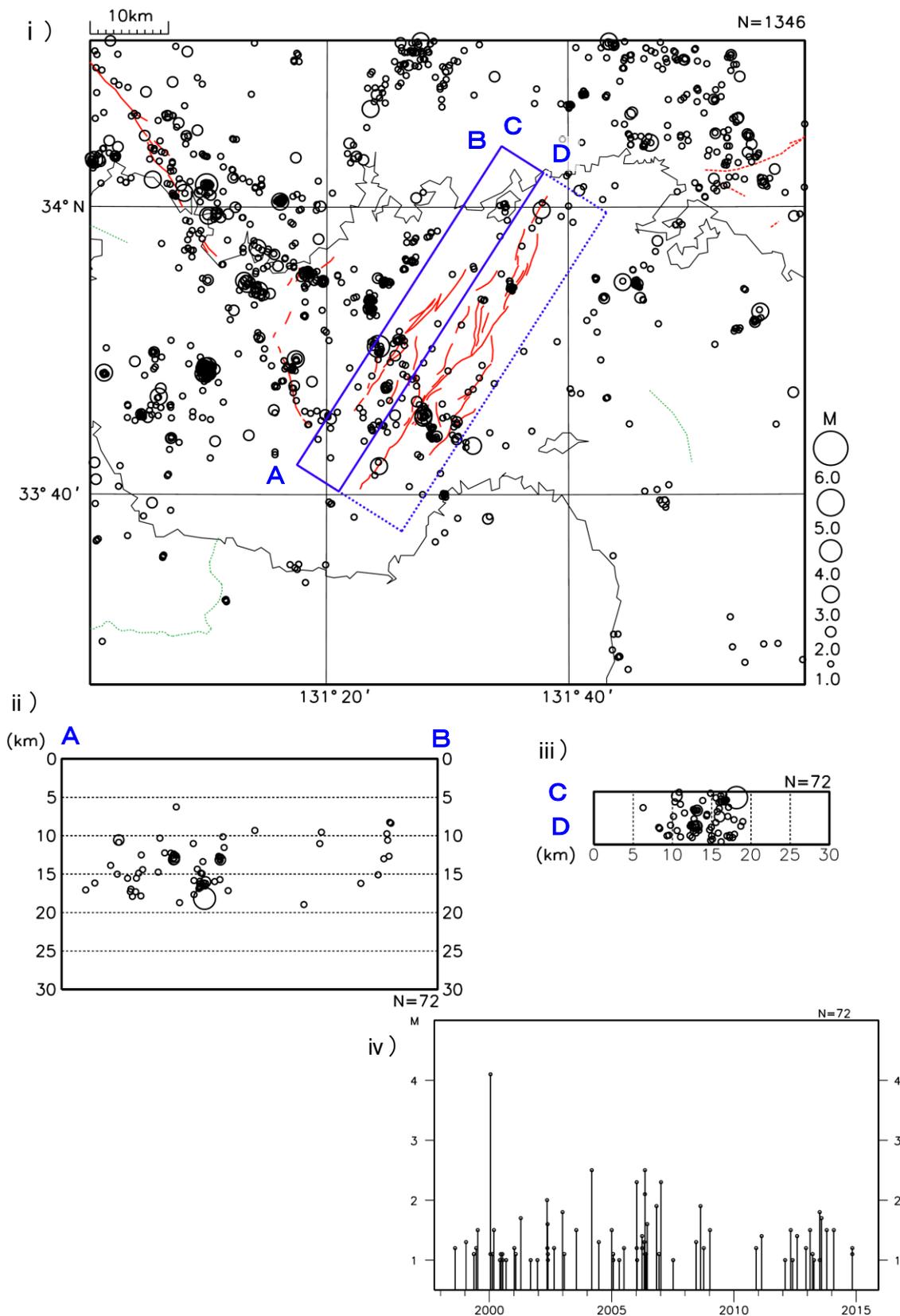


図 7 - 3 秋穂沖断層区間周辺の地震活動（気象庁作成）

i) 震央分布図（1997 年 10 月 1 日～2015 年 11 月 30 日、深さ 30km 以浅、M1.0 以上）。

ii) i) の矩形領域内の A-B 投影の断面図。

iii) i) の矩形領域内の C-D 投影の断面図。

iv) i) の矩形領域内の M-T 図（地震活動経過図）。

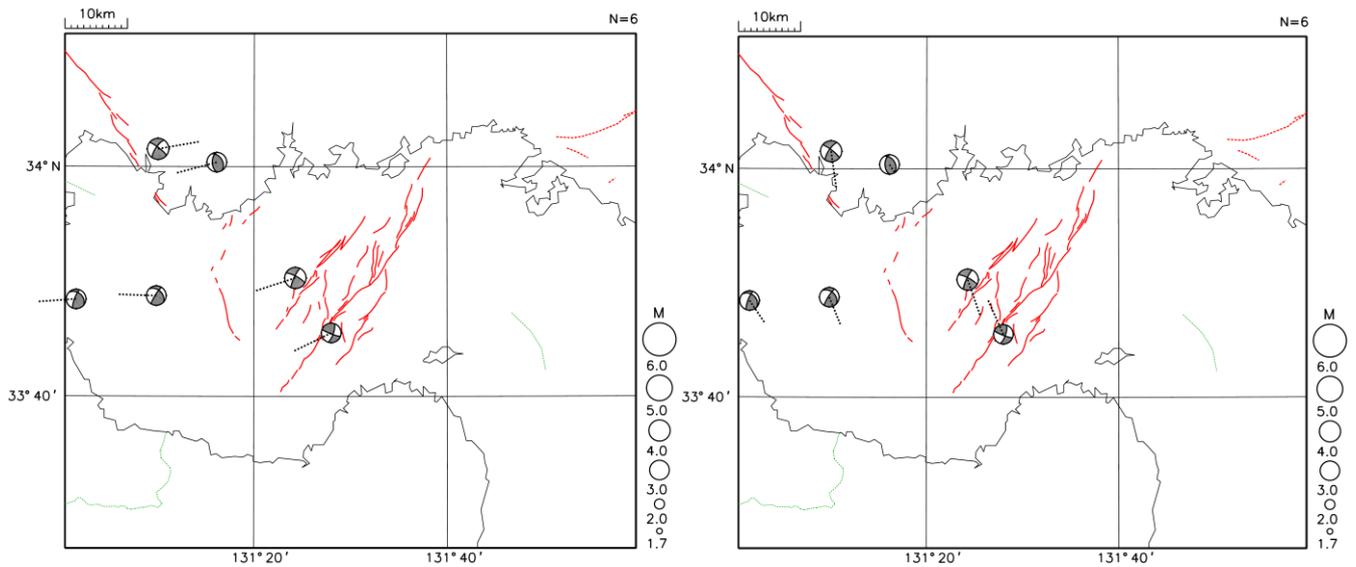


図7-4 周防灘断層帯周辺の地震の発震機構（P波初動解による下半球投影）と圧力軸（左）と張力軸（右）の分布（気象庁作成）。1997年10月1日～2015年11月30日（深さ30km以浅）。

表3 周防灘断層帯主部区間の将来の地震発生確率及び参考指標

項目	数値	備考
地震後経過率	1.3-1.9	発生確率及び集積確率は地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）参照。
今後30年以内の発生確率	2%-4%	
今後50年以内の発生確率	4%-6%	
今後100年以内の発生確率	7%-10%	
今後300年以内の発生確率	20%-30%	
集積確率	90%-90%より大	
指標（1）経過年数	4千8百年-7千年	地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会（1999）参照。
比	1.9-2.7	
指標（2）	5.7-7.3	
指標（3）	90%-90%より大	
指標（4）	0.7-0.8	
指標（5）	0.0001-0.0002	

評価時点はすべて2016年1月1日現在。なお、計算に当たって用いた平均活動間隔の信頼度は低い（△）ことに留意されたい。

指標(1)経過年数：当該活断層での大地震発生の危険率（1年間当たりに発生する回数）は、最新活動（地震発生）時期からの時間の経過とともに大きくなる（BPT分布モデルを適用した場合の考え方）。一方、最新活動の時期が把握されていない場合には、大

地震発生の危険率は、時間によらず一定と考えざるを得ない（ポアソン過程を適用した場合の考え方）。この指標は、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率が、ポアソン過程を適用した場合の危険率の値を超えた後の経過年数である。値がマイナスである場合は、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率に達していないことを示す。ポアソン過程を適用した場合の危険率は、7千5百分の1－5千8百分の1（0.0001－0.0002）であり、いつの時点でも一定である。BPT 分布モデルを適用した場合の危険率は評価時点で1千3百分の1－8百分の1（0.0008－0.001）であり、時間とともに増加する。1千3百分の1であればBPT分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率に達してからすでに4千8百年経過していることになり、8百分の1であればすでに7千年経過していることになる。

- 指標(1)比 : 最新活動（地震発生）時期から評価時点までの経過時間を A とし、BPT 分布モデルによる危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率を超えるまでの時間を B とした場合において、前者を後者で割った値 (A/B) である。
- 指標(2) : BPT 分布モデルによる場合と、ポアソン過程とした場合の評価時点での危険率の比。
- 指標(3) : 評価時点での集積確率（前回の地震発生から評価時点までに地震が発生しているはずの確率）。
- 指標(4) : 評価時点以後 30 年以内の地震発生確率を BPT 分布モデルでとりうる最大の地震発生確率の値で割った値。
- 指標(5) : ポアソン過程を適用した場合の危険率（1年間あたりの地震発生回数）。

付表

地震発生確率等の評価の信頼度に関する各ランクの分類条件の詳細は以下のとおりである。

ランク	分類条件の詳細
a	発生確率を求める際に用いる平均活動間隔及び最新活動時期の信頼度がいずれも比較的高く（◎または○）、これらにより求められた発生確率等の値は信頼性が高い。
b	平均活動間隔及び最新活動時期のうち、いずれか一方の信頼度が低く（△）、これらにより求められた発生確率等の値は信頼性が中程度。
c	平均活動間隔及び最新活動時期の信頼度がいずれも低く（△）、これらにより求められた発生確率等の値は信頼性がやや低い。
d	平均活動間隔及び最新活動時期のいずれか一方または両方の信頼度が非常に低く（▲）、発生確率等の値は信頼性が低い。このため、今後の新しい知見により値が大きく変わる可能性が高い。または、データの不足により最新活動時期が十分特定できていないために、現在の確率値を求めることができず、単に長期間の平均値を確率としている。