

安芸灘断層帯・広島湾－岩国沖断層帯（安芸灘断層群）の 長期評価（一部改訂）

安芸灘断層群は、広島湾から山口県岩国市沖にかけての安芸灘西部に分布する活断層群である。平成 21 年には、平成 8、11 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、安芸灘断層群を安芸灘断層帯および広島湾－岩国沖断層帯として、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

安芸灘断層帯・広島湾－岩国沖断層帯は、広島県広島市、廿日市（はつかいち）市沖の広島湾から、江田島市、大竹市、山口県玖珂（くが）郡和木町、岩国市、柳井市が面する安芸灘西部に分布する断層帯である（図 1、図 2）。同断層帯は、概ね北東－南西から南北方向に並走する多数の断層から構成され、分布する断層の位置及び形態から、安芸灘断層帯及び広島湾－岩国沖断層の 2 つの断層帯に区分される。

安芸灘断層帯は、広島県江田島市沖から山口県岩国市沖に分布する断層帯である。長さは約 26 km で、概ね北東－南西方向に延びる。安芸灘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 1）。

広島湾－岩国沖断層帯は、広島県広島市沖から山口県岩国市の陸域にかけて分布する断層帯である。長さは約 38 km で、概ね北北東－南南西方向に延びる。広島湾－岩国沖断層帯は右横ずれを主体とし、上下成分のずれを伴う断層である（図 1、図 2 及び表 3）。

2. 断層帯の過去の活動

（1）安芸灘断層帯主部

安芸灘断層帯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、0.1 m / 千年程度の可能性がある。最新活動時期は、約 5 千 6 百年前以後、約 3 千 6 百年前以前であったと推定される。活動時の右横ずれ量は 3 m 程度で、平均活動間隔は 2 千 3 百－6 千 4 百年程度の可能性がある（表 1）。

^{*1} 安芸灘断層群は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2009）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、陸域延長部や海域の断層の位置・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、ここでは従来の安芸灘断層群を安芸灘断層帯及び広島湾－岩国沖断層帯として評価を行った。

(2) 広島湾－岩国沖断層帯

広島湾－岩国沖断層帯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、0.2m/千年程度の可能性がある。なお、広島湾－岩国沖断層帯の最新活動時期、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) 安芸灘断層帯

安芸灘断層帯は、全体が1つの区間として活動する場合、マグニチュード7.2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、3m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）。安芸灘断層帯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 of 長期確率には幅があるが、その最大値をとると、安芸灘断層帯は、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（注1、注2）。

(2) 広島湾－岩国沖断層帯

広島湾－岩国沖断層帯は、全体が1つの区間として活動する場合、マグニチュード7.5程度の地震が発生する可能性があり、その際、断層近傍の地表面、海底面では上下成分のずれを伴った4m程度の右横ずれが生じる可能性がある（表3）。ただし、広島湾－岩国沖断層帯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

安芸灘断層帯及び広島湾－岩国沖断層帯の周辺には、多数の短い断層が分布している。今回の評価では、これらを断層の位置関係や連続性から2つの断層帯に区分して評価した。これらの断層は互いに近接していることもあり、それぞれの断層帯の活動区間や活動様式についてはさらなる検討が必要である。

また、広島湾－岩国沖断層帯については、活動履歴に関する資料が得られていないため、最新活動時期を含めた過去の活動履歴や1回の変位量が明らかになっていない。将来の活動を明確にするためには、これらについての精度の良いデータを集積させるとともに、平均活動間隔を明らかにする必要がある。

さらに、広島湾－岩国沖断層帯の北端付近は岩国－五日市断層帯と近接するため、両断層帯の活動の関連性についても、今後検討する必要がある。

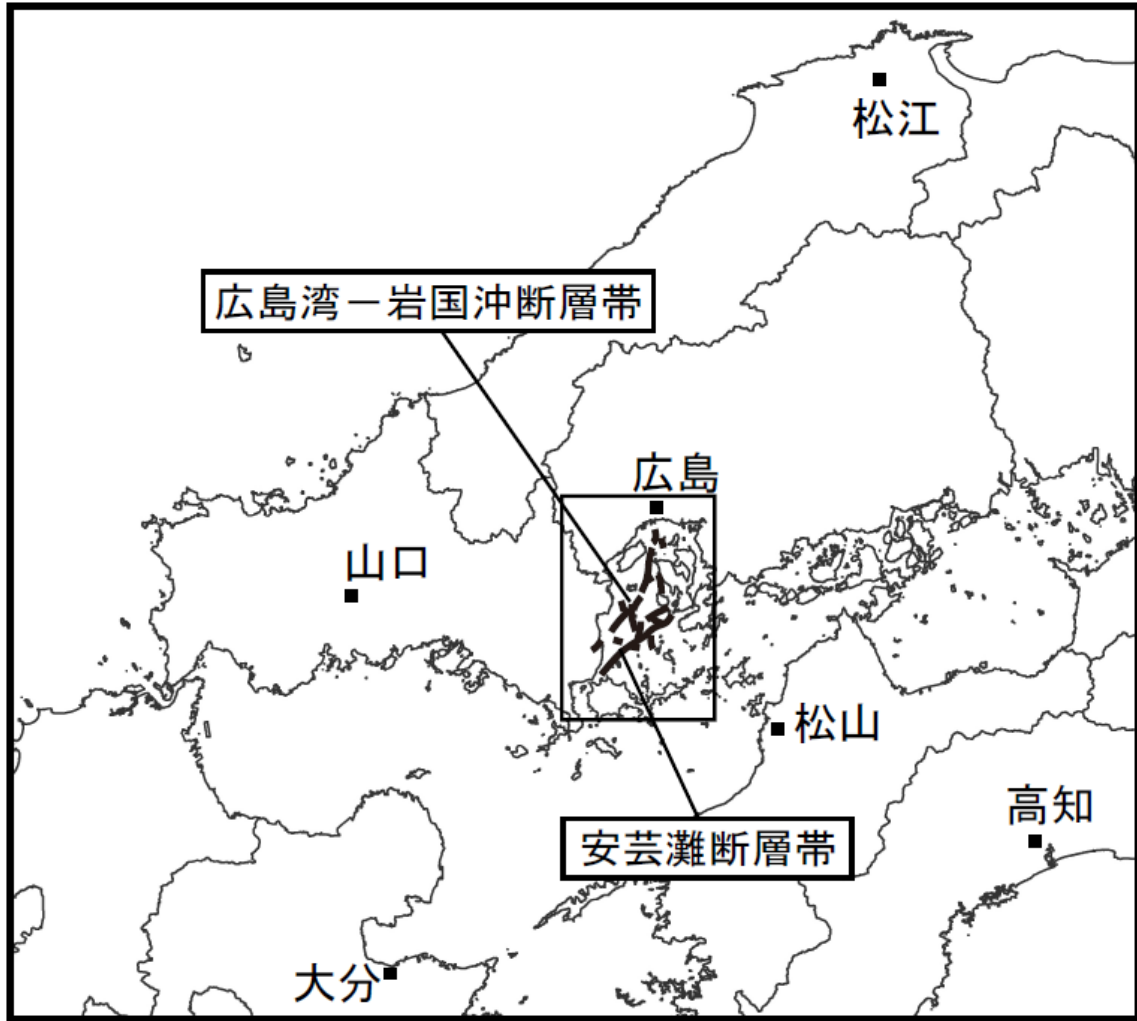


図1 安芸灘断層帯・広島湾－岩国沖断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)

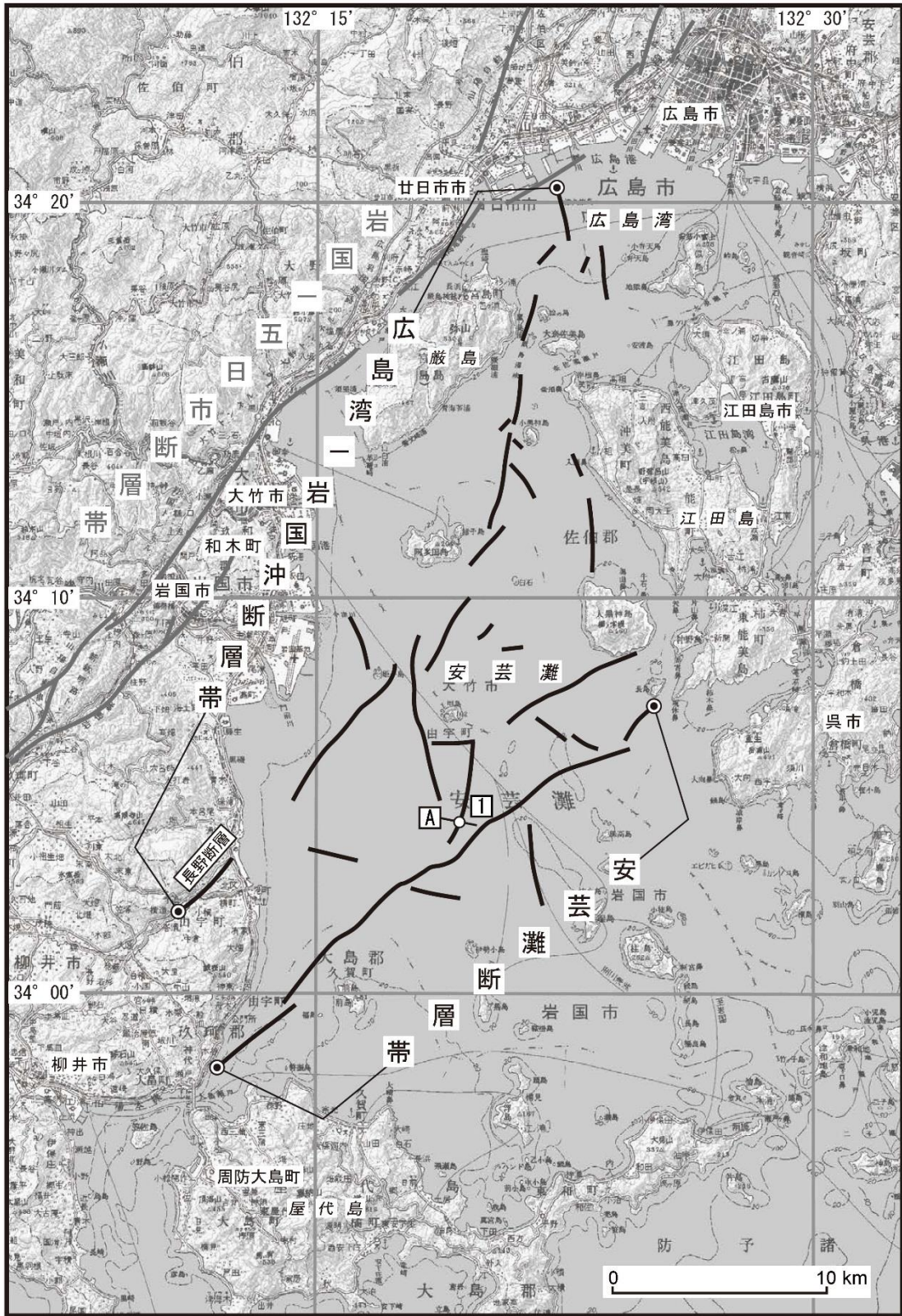


図2 安芸灘断層帯・広島湾－岩国沖断層帯の位置と主な調査地点

1 : 文献3による採泥地点 A : 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2、3、4、5及び6に基づく。

基図は国土地理院発行数値地図 200000 (地図画像)「広島」、「松山」を使用。

表 1 安芸灘断層帯の特性

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	広島県江田島市沖から山口県岩国市沖にかけて分布する断層（甲島（かぶとじま）南断層など）		文献 2、3、5、6 による。
(2) 断層帯の位置・形状	地表（海底）における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 （北東端）北緯 34° 07.2′ 東経 132° 25.2′ （南西端）北緯 33° 58.1′ 東経 132° 12.0′ 長さ 約 26 km	△ △ △	文献 2、5、6 による。 位置及び長さは図 2 から計測。
	地下における断層面の位置・形状 長さ及び上端の位置 地表（海底）での長さ・位置と同じ 上端の深さ 0 km 一般走向 N50° E 傾斜 不明 幅 不明	○ ◎ ○	文献 2、3、5、6 による。 一般走向は断層帯の両端を結んだ方向（図 2 参照）。 地震発生層の下限の深さは概ね 20 km。
(3) 断層のずれの向きと種類	右横ずれ断層（北西側隆起を伴う）	△	文献 2、3 及び周辺の地質構造から推定。
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	0.1m/千年程度（上下成分）	△	文献 2 に示された地層のずれの量から推定。
(2) 過去の活動時期	活動 1（最新活動） 約 5 千 6 百年前以後、約 3 千 6 百年前以前	○	文献 3 に示された資料から推定。
	活動 2（1 つ前の活動） 概ね 1 万年前以後、約 7 千 9 百年前以前	△	
(3) 1 回のずれの量と平均活動間隔	1 回のずれの量 1 - 2 m 程度（上下成分）	△	文献 3 による。 断層の長さから推定。
	3 m 程度（右横ずれ成分） 平均活動間隔 2 千 3 百 - 6 千 4 百年程度	△	
			△

(4) 過去の活動区間	断層帯全体で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規模	活動区間	△	断層帯の位置関係・形状等から推定。 断層の長さから推定。 断層の長さから推定。
	全体で1区間		
	地震の規模	△	
	マグニチュード7.2程度	△	
	ずれの量	△	
	3m程度(右横ずれ成分)	△	

表2 安芸灘断層帯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)	0.6-2.4		発生確率及び集積確率は文献1による。
今後30年以内の地震発生確率	0.1%-10%	b	
今後50年以内の地震発生確率	0.2%-20%		
今後100年以内の地震発生確率	0.4%-30%		
今後300年以内の地震発生確率	1%-60%		
集積確率(注8)	1%-90%より大*		

*95%以上は「90%より大」と表記

表3 広島湾－岩国沖断層帯の特性

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	広島県広島市沖から山口県岩国市にかけて分布する断層（藤生（ふじゅう）沖断層、長野断層など）		文献2、3、4、5、6による。
(2) 断層帯の位置・形状	地表（海底）における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 （北東端）北緯 34° 20′ 東経 132° 22′ （南西端）北緯 34° 02′ 東経 132° 11′ 長さ 約 38 km	△ ○ △	文献2、4、5、6による。位置及び長さは図2から計測。
	地下における断層面の位置・形状 長さ及び上端の位置 地表（海底）での長さ・位置と同じ 上端の深さ 0 km 一般走向 N28° E 傾斜 不明 幅 不明	○ ◎ ○	文献2、3、4、5、6による。 一般走向は断層帯の両端を結んだ方向（図2参照）。 地震発生層の下限の深さは概ね 20 km。
(3) 断層のずれの向きと種類	右横ずれ断層（上下成分のずれを伴う）	○	文献2、4及び周辺の地質構造から推定。
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	0.2m/千年程度（上下成分）	△	文献2に示された地層のずれの量から推定。
(2) 過去の活動時期	不明		
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量 4 m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。
(4) 過去の活動区間	断層帯全体で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規模	活動区間	△	断層帯の位置関係・形状等から推定。
	全体で1区間		
	地震の規模 マグニチュード7.5程度 ずれの量 4m程度(右横ずれ成分)		

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」

なお、2005年4月時点でひととおり評価を終えた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)により地震発生長期確率を求めたものについては、将来の活動区間が単独で活動した場合の今後30年間に地震が発生する確率の割合は以下のとおりとなっている。

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

(いずれも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2千3百年の場合は11%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

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 : 海上保安庁水路部 (1997)

文献 3 : 海上保安庁水路部 (2000)

文献 4 : 活断層研究会編 (1991)

文献 5 : 国土地理院 (1989)

文献 6 : 中国電力 (2010)

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 of 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の間に地震が発生しているはずの確率。

(説明)

1. 安芸灘断層帯・広島湾一岩国沖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、厳島(宮島)東方から、阿多田島(あたたじま)の東西を経て、甲島(かぶとじま)南方へ至る安芸灘海域に、約20kmにわたって活断層が示されている。

海上保安庁水路部(現:海上保安庁海洋情報部)(1997)は、厳島北方付近から山口県大島郡周防大島町(すおうおおしまちょう)浮島(うかしま)付近までを対象として表層音波探査を実施し、経験的に高位段丘堆積物相当と推定されるⅢ層以上ないしそれよりも上位を变形させている断層(No.1-No.65)を認定し、その走向や分布集中域から広島湾断層群、岩国沖断層群、安芸灘中部断層群、安芸灘南部断層群に大別している。これらの断層群の多くはⅡ層以下の地層を变形させるに止まっているが、なかには、最終氷期最大海退期に対比されるⅠ層基底およびⅠ層に内在される鬼界アカホヤ火山灰(約7千3百年前:町田・新井,2003)層を变形させている断層も認められている(海上保安庁水路部,1997)。ただし、海上保安庁水路部(1997)は、沖積層には変位の累積性が認められないことなどから、活動の周期はかなり長く活動度は低いと推定されたとしている。国土地理院(1989,1992,1999)は、本断層群が分布する海域で音波探査等の地質構造調査を実施している。さらに、中国電力(2010)は広島湾および岩国沖で音波探査を実施し、後期更新世以降に活動した断層の分布を明らかにしている。

2. 安芸灘断層帯・広島湾一岩国沖断層帯の評価結果

安芸灘断層帯および広島湾一岩国沖断層帯は、海上保安庁水路部(1997,2000)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。

本断層帯の評価にあたっては、分布する断層の位置関係や連続性から、従来は安芸灘断層群として一括して評価された断層群を安芸灘断層帯、広島湾一岩国沖断層帯に区分した(図2)。

なお、本断層群の北西方に位置する岩国一五日市断層帯については、別途評価が実施されている。

2.1 安芸灘断層帯

2.1.1 安芸灘断層帯の位置及び形態

(1) 安芸灘断層帯を構成する断層

安芸灘断層帯は、広島県江田島市沖から山口県岩国市沖にかけての安芸灘西部に分布する(図2)。

安芸灘断層帯を構成する断層の位置・形態は、国土地理院(1989)、活断層研究会編(1991)、海上保安庁水路部(1997,2000)、などに示されている。ここでは、断層の位置は基本的に海上保安庁水路部(1997)にしたがい、一部は国土地理院(1989)にしたがった。断層の名称は海上保安庁水路部(2000)にしたがった。

安芸灘断層帯は、甲島南断層などの海域に分布する多数の断層から構成される。

(2) 断層面の位置・形状

安芸灘断層帯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26km、N50°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0kmとした。

断層面の傾斜は不明である。ただし、後述するように、断層の種類が横ずれ断層である可能性があることから、傾斜は高角度である可能性がある。

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概ね20km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9)

安芸灘断層帯は、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、右横ずれ断層である可能性があり、海上保安庁水路部(2000)に示されている音波探査断面などから、北西側隆起成分を伴う可能性がある。

2. 1. 2 安芸灘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)

海上保安庁水路部(1997)は、音波探査解析結果により、I層とII層の境界で1.2-3m、II層とIII層の境界で2-9m、III層とIV層の境界で1-12mの高度差が認められるとしている。海上保安庁水路部(1997)は、音響的層相と陸域の地質との対比について、II層を低位段丘堆積物、I層とII層の境界を最終氷期最大海退期に対比するのが妥当としていることから、I層とII層の境界を最終氷期最大海退期の浸食面(2万1千5百年前程度:注10)とすると、その高度差から、平均上下変位速度は0.06-0.14m/千年と算出される。また、海上保安庁水路部(1997)は、III層を高位段丘堆積物相当層(6-13万年)、IV層を西条層相当層(50-70万年)に対比するのが妥当としていることから、III層とIV層の境界を最終間氷期最盛期堆積物の下面(12万5千年前程度:注11)とすると、同様に、平均上下変位速度は0.01-0.1m/千年と算出される。

以上のことから、安芸灘断層帯の平均上下変位速度は0.1m/千年程度の可能性がある。

(2) 活動時期

a) 地形・地質的に認められた過去の活動

海上保安庁水路部(2000)は、甲島南断層を横切る音波探査断面において、反射面D以深で1.5-2mであった反射面の高度差が、反射面C以浅では0-0.7mになることから、反射面Dと反射面Cの間に断層活動があったと推定している(図3)。海底コアとの対比により、反射面Dの下位の地層から約5千6百-5千4百年前、反射面Cの上位の地層から約3千8百-3千6百年前の年代値が得られている(海上保安庁水路部, 2000)(注12、注13)。上位の反射面A、Bには高度差が認められないことから、この活動が本地点の最新活動であったと考えられる。

また、海上保安庁水路部(2000)は、反射面P以深の変位量が約3m、反射面O以浅では1.5-2.0mになることから、反射面Pと反射面Oの間にも断層活動があったと推定している(図3)。しかし、反射面P、O付近では年代値は得られていない。ただし、海底コア最下部(反射面L付近)から約8千-7千9百年前の年代値が得られている(海上保安庁水路部, 2000)。さらに、音響基盤である反射面Sは沖積層基底であると推定されることから、反射面P、O付近の層は、最

終氷期最大海退期以後に堆積したものと考えられる。増田ほか（2000）によると、瀬戸内海に近接した大阪湾において、今回の調査海域の水深（現在の海面下45m程度）まで海水準が上昇したのは概ね1万年前頃と推定される。これらから、概ね1万年前以後、約7千9百年前以前に活動があった可能性がある（注12、注13）。

以上のことから、本地点における最新活動は約5千6百年前以後、約3千6百年前以前であったと推定され、1つ前の活動は、概ね1万年前以後、約7千9百年前以前であった可能性がある。

b) 先史時代・歴史時代の活動

安芸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、安芸灘断層帯の最新活動は、約5千6百年前以後、約3千6百年前以前であったと推定され、1つ前の活動は、概ね1万年前以後、約7千9百年前以前であった可能性がある。

(3) 1回の変位量（ずれの量）

海上保安庁水路部（2000）によると、1回の地震活動による上下変位量は1.5–2.0m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、1–2m程度であった可能性がある（図3）。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、安芸灘断層帯の長さは約26kmとされていることから、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約2.6m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、安芸灘断層帯の1回の活動に伴う右横ずれ変位量は3m程度であった可能性がある」と判断した。

(4) 活動間隔

安芸灘断層帯では、最新活動時期が約5千6百年前以後、約3千6百年前以前であったと推定され、その1つ前の活動時期が概ね1万年前以後、約7千9百年前以前であった可能性がある。これらの過去2回の活動から、活動間隔は2千3百–6千4百年程度と算出される。

以上のことから、安芸灘断層帯の平均活動間隔は、2千3百–6千4百年程度の可能性がある。

(5) 活動区間

安芸灘断層帯は、全体が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

安芸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、顕著なひずみは見られない(図 4-1)。一方、2005 年 4 月から 2010 年 4 月までの 5 年間(図 4-2)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 4-3)の G N S S 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に加えて北東-南西方向のわずかな伸張ひずみが見られる。

(7) 地震観測結果

最近約 18 年間の地震観測結果によれば、地震発生層深さ下限は、安芸灘断層帯主部で 18km-20km 程度、広島湾-岩国沖断層帯で 16-18km 程度である(図 5-1、5-2、5-3)。区間の全域で微小地震活動が見られるがあまりまとまった地震活動は見られない。安芸灘断層帯で発震機構解の求まる地震はないが、付近の大局的な地震活動を見ると東西方向に圧力軸を持つ型が多い(図 5-2)。1923 年以降、マグニチュード(M) 5 以上の浅い地震は発生していない。なお、断層帯の周辺では平成 13 年(2001 年)芸予地震(マグニチュード 6.7)が深さ約 46 km で発生するなど、沈み込んだフィリピン海プレート内の地震活動が活発である。

2. 1. 3 安芸灘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

安芸灘断層帯の全体が 1 つの活動区間として活動する場合、上記経験式(1)及び次の(2)式を用いると、発生する地震の規模は M7.2 程度であり、3 m 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。

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

ここで、L は 1 回の地震で活動する断層の長さ(km)、M はその時の地震規模である。

(2) 地震発生の可能性

安芸灘断層帯は、平均活動間隔が 2 千 3 百-6 千 4 百年程度、最新活動時期が約 5 千 6 百年前以後、約 3 千 6 百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 0.6-2.4 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、0.1%-10%、0.2%-20%、0.4%-30%及び 1%-60%となり、現在までの集積確率は 1%-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、安芸灘断層帯は今後 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(注 1、注 2)。

表 4 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。

2. 2 広島湾-岩国沖断層帯

2. 2. 1 広島湾-岩国沖断層帯の位置及び形態

(1) 広島湾－岩国沖断層帯を構成する断層

広島湾－岩国沖断層帯は、広島県広島市沖から山口県岩国市の陸域にかけて分布する(図2)。広島湾－岩国沖断層帯を構成する断層の位置・形態は、国土地理院(1989)、活断層研究会編(1991)、海上保安庁水路部(1997, 2000)、中国電力(2010)などに示されている。ここでは、断層の位置は主に海上保安庁水路部(1997)に、一部は、活断層研究会編(1991)、国土地理院(1989)、中国電力(2010)にしたがった。断層の名称は海上保安庁水路部(2000)、活断層研究会編(1991)にしたがった。

広島湾－岩国沖断層帯は、藤生(ふじゅう)沖断層などの海域に分布する多数の断層と、山口県岩国市の陸域に分布する長野断層から構成される。なお、藤生沖断層が北東－南西方向に延びるのに対して、阿多田島の南方には南北走向の断層が延び、2つの断層が互いに交差する可能性もある。しかし、両断層の連続性と切り合い関係を検討するためには既往の音波探査測線の密度は十分ではなく、ここでは藤生沖断層をはじめ概ね北東－南西走向に延びる断層が断層帯を構成する主断層、それ以外の断層を副次的な断層と判断した。

(2) 断層面の位置・形状

広島湾－岩国沖断層帯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38 km、N28° Eとなる。

断層面上端の深さは、断層変位が地表面及び海底面付近に達していることから0 kmとした。

断層面の傾斜は不明である。ただし、後述するように、断層のずれの向きが横ずれ断層である可能性があることから、傾斜はほぼ鉛直である可能性がある。

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概ね20 km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)

広島湾－岩国沖断層帯は、周辺の地質構造、本断層帯を構成する陸上の活断層(長野断層:活断層研究会編, 1991)の変位の向きから、右横ずれ断層であると推定される。また、海上保安庁水路部(1997, 2000)は、音波探査結果に基づき地層面を撓曲変形させる垂直方向の変位が認められるとしており、上下方向のずれを伴う可能性がある。

2. 2. 2 広島湾－岩国沖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)

海上保安庁水路部(1997)は、音波探査解析結果により、I層とII層の境界で、1－4 m、II層とIII層の境界で2.5－7.5 m、III層とIV層の境界で2－14 mの高度差が認められるとしている。海上保安庁水路部(1997)は、音響的層相と陸域の地質との対比について、II層を低位段丘堆積物、I層とII層の境界を最終氷期最大海退期に対比するのが妥当としていることから、I層とII層の境界を最終氷期最大海退期の浸食面(2万1千5百年前程度:注10)とすると、その高度差から、平均上下変位速度は0.05－0.2 m/千年と算出される。また、海上保安庁水路部(1997)は、III層を高位段丘堆積物相当層(6～13万年)、IV層を西条層相当層(50～70万年)に対比するのが妥当としていることから、III層とIV層の境界を最終間氷期最盛期堆積物の下面(12万5千年前程度:注11)とすると、同様に、平均上下変位速度は0.02－0.1 m/千年と算出される。

以上のことから、広島湾－岩国沖断層帯の平均上下変位速度は 0.2m/千年程度の可能性がある。

(2) 活動時期

a) 地形・地質的に認められた過去の活動

広島湾－岩国沖断層帯では、具体的な活動時期を示す情報は得られていない。

b) 先史時代・歴史時代の活動

広島湾－岩国沖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。

(3) 1回の変位量（ずれの量）

広島湾－岩国沖断層帯の長さは約 38 km とされていることから、前述の経験式(1)及び(2)を用いると、1回の活動に伴う変位量は約 3.8m と計算される。

以上のことから、広島湾－岩国沖断層帯の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。

(4) 活動間隔

広島湾－岩国沖断層帯では、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

広島湾－岩国沖断層帯は、全体が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

2. 1. 2 (6) 参照。

(7) 地震観測結果

2. 1. 2 (7) 参照。

2. 2. 3 広島湾－岩国沖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

広島湾－岩国沖断層帯全体が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M7.5程度であり、4 m程度のずれが生じる可能性がある。

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

(2) 地震発生の可能性

広島湾－岩国沖断層帯では、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

安芸灘断層帯及び広島湾－岩国沖断層帯の周辺には、多数の短い断層が分布している。今回の評価では、これらを断層の位置関係や連続性から2つの断層帯に区分して評価した。これらの断層は互いに近接していることもあり、それぞれの断層帯の活動区間や活動様式についてはさらなる検討が必要である。

また、広島湾－岩国沖断層帯については、活動履歴に関する資料が得られていないため、最新活動時期を含めた過去の活動履歴や1回の変位量が明らかになっていない。将来の活動を明確にするためには、これらについての精度の良いデータを集積させるとともに、平均活動間隔を明らかにする必要がある。

さらに、広島湾－岩国沖断層帯の北端付近は岩国－五日市断層帯と近接するため、両断層帯の活動の関連性についても、今後検討する必要がある。

注9：「変位」について、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10：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11：最終間氷期最盛期(海洋酸素同位体ステージ5e)の年代は、町田ほか編(2003)などに記されているように12万5千年前程度とした。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12：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13：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 2000 年）を通じて壊変が進むため、大気の新成 ^{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

- 中国電力（2010）：「中国電力株式会社上関原子力発電所原子炉設置許可申請の概要－地盤耐震関係－」，09-上関設C-01，68p.
- 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（－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（2009）：「安芸灘断層群の評価」，22p.
- 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.
- 海上保安庁水路部（1997）：「平成 8 年度 沿岸海域活断層調査「広島湾」 資料整理報告書」，83p.
- 海上保安庁水路部（2000）：「広島湾堆積物採取作業及び解析処理作業 報告書」，89p.
- 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.
- 国土地理院（1989）：「沿岸海域基礎調査報告書（岩国地区）」，国土地理院技術資料 D・3-No. 62，151p.
- 国土地理院（1992）：「沿岸海域基礎調査報告書（能美島地区）」，国土地理院技術資料 D・3-No. 63，126p.
- 国土地理院（1999）：「沿岸海域基礎調査報告書（屋代島北部地区）」，国土地理院技術資料 D・3-No. 70，110p.
- 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・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.
- 増田富士雄・宮原伐折羅・広津淳司・入月俊明・岩渕 洋・吉川周作（2000）：神戸沖海底コアから推定した完新世の大阪湾の海峡変動．地質学雑誌，**106**，482-488.
- 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・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.
- 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.

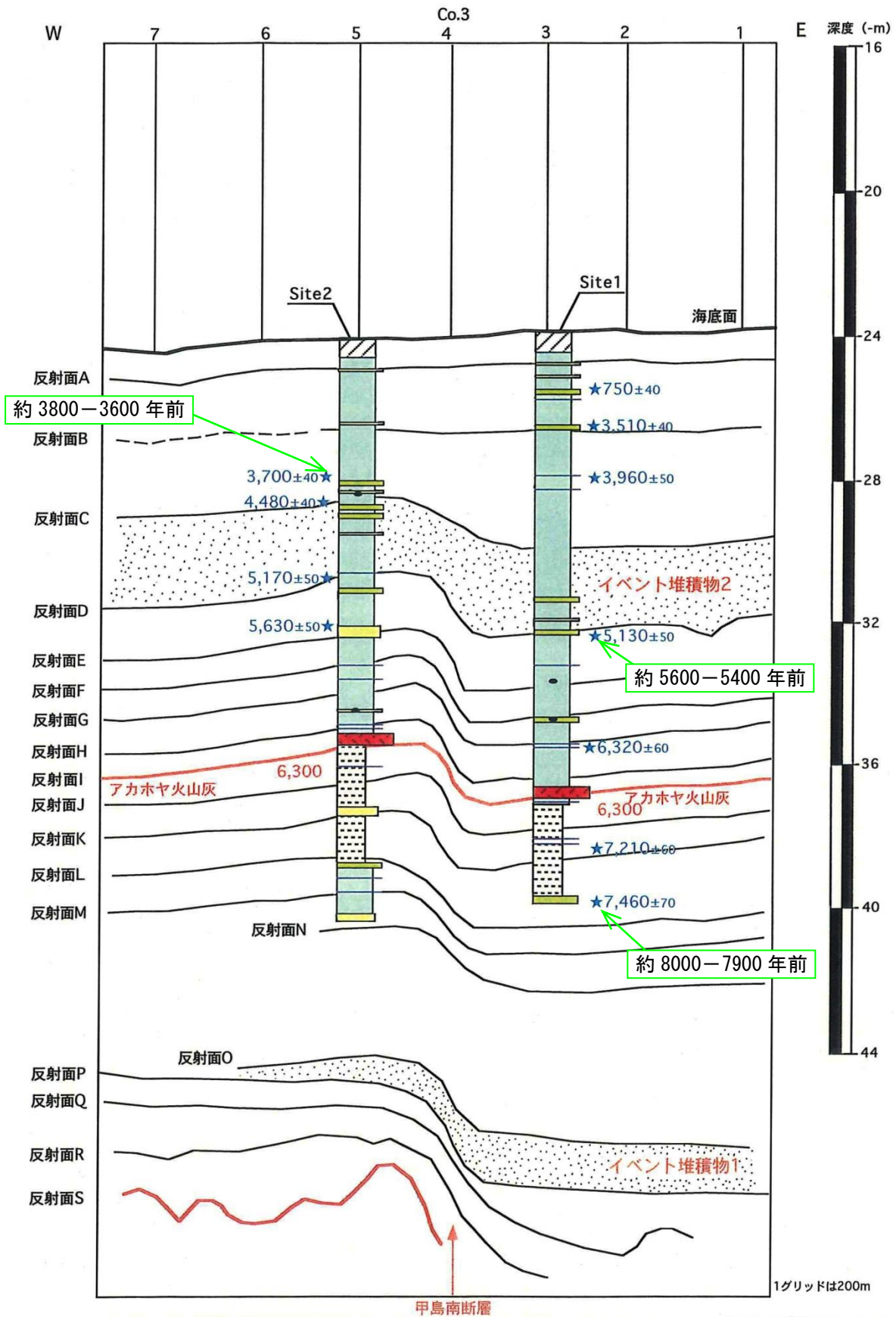


図3 安芸灘断層帯のイベント層準解釈 海上保安庁水路部(2000)に一部加筆
 測線の位置は図2に示した[A]、ピストンコアリングによる資料採取の位置は図2に示した[1]。
 年代値は暦年較正(注12、注13参照)後の炭素同位体年代を、 に示した。

基準期間：1883/1/1 - 1883/1/15
比較期間：1994/1/1 - 1994/1/15

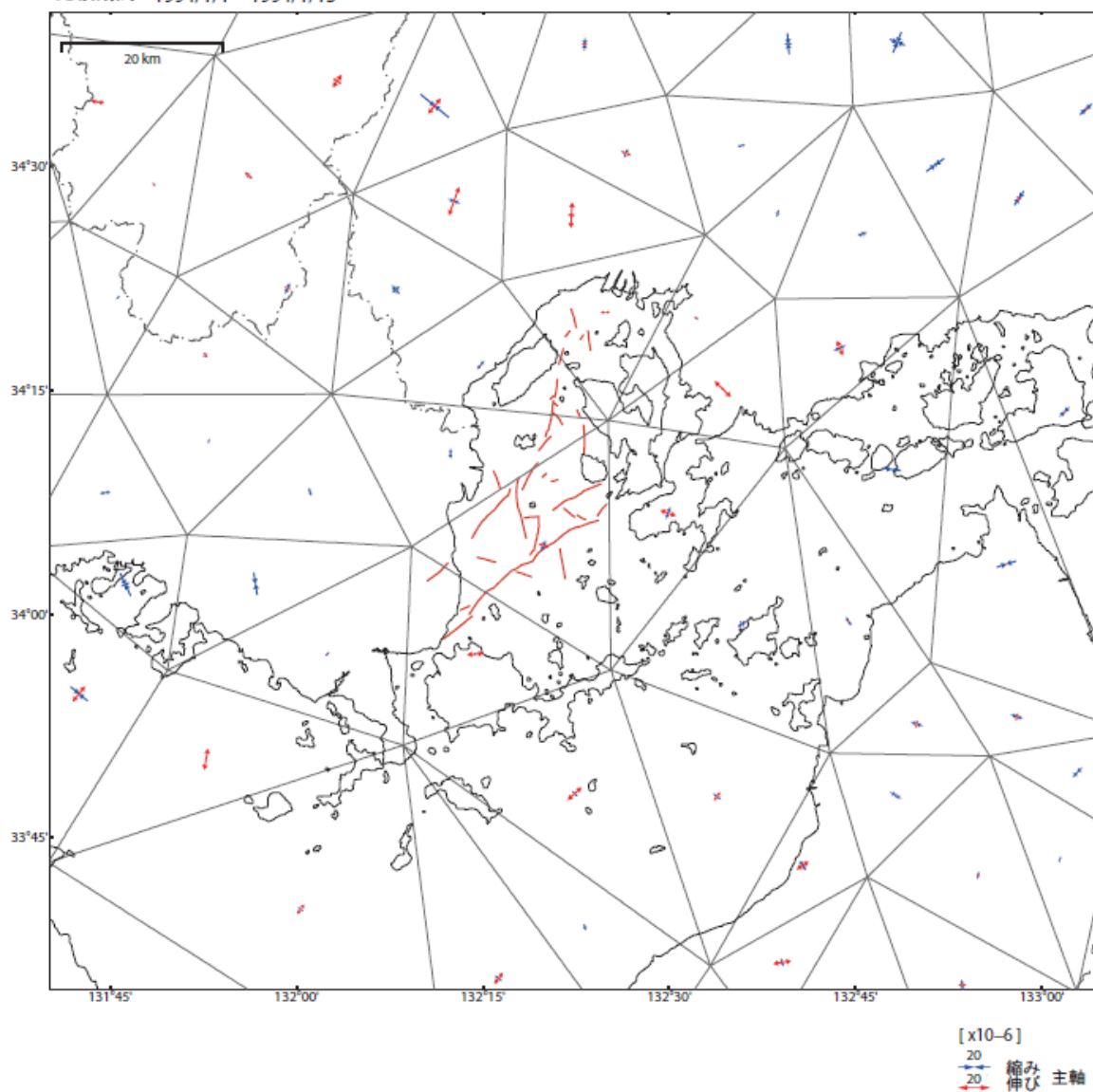


図4-1 約100年間（1883年～1994年）の測地観測による安芸灘断層帯・広島湾一岩国沖断層帯周辺の水平ひずみ分布（国土地理院作成）。スケールは 20×10^{-6} 。年間あたりのひずみ速度に換算すると、スケールは 0.2×10^{-6} /年。

基準期間：2005/04/01 - 2005/04/30
比較期間：2005/04/01 - 2010/04/30

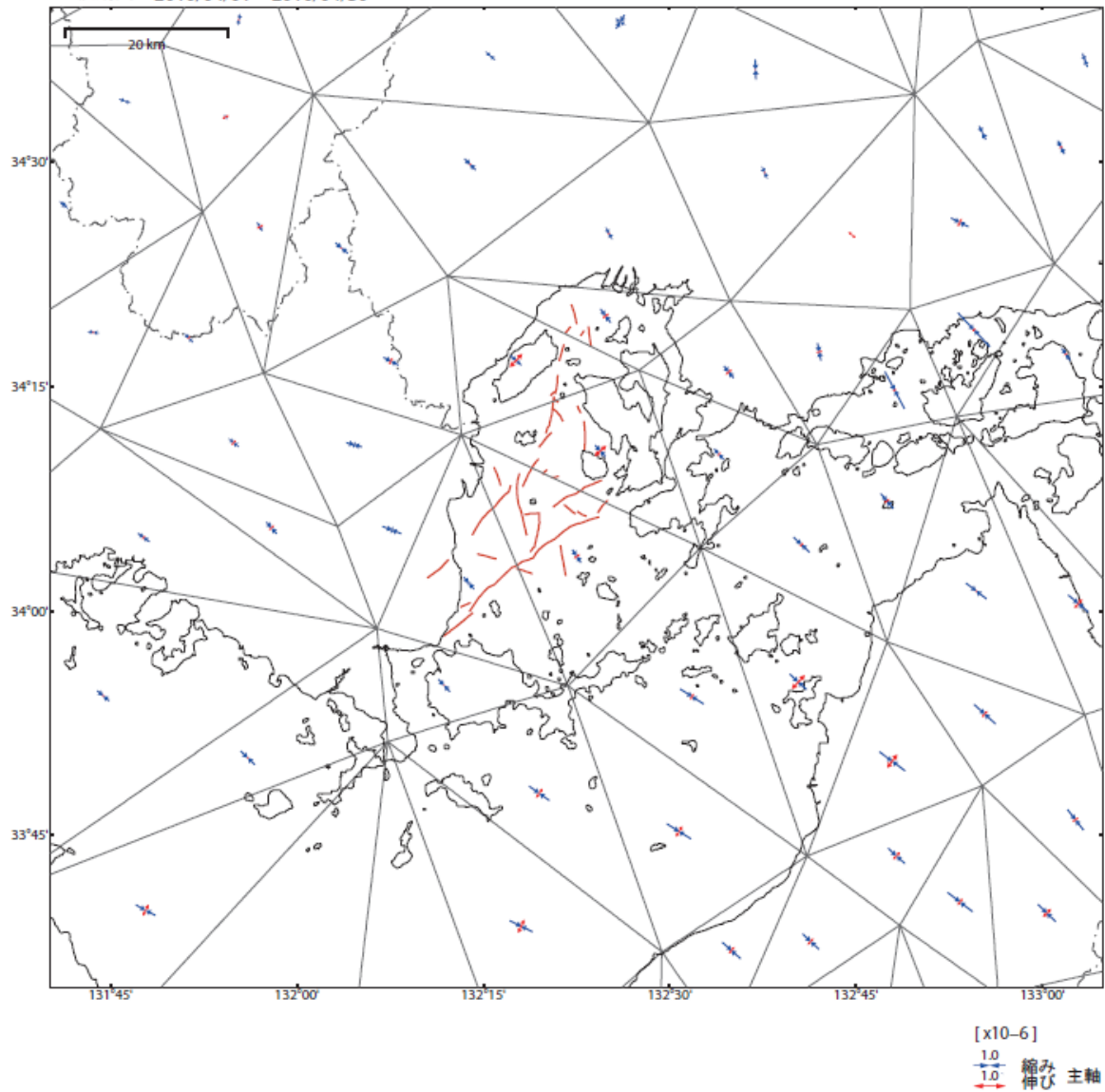


図4-2 2005年4月から2010年4月までのGNSS連続観測による安芸灘断層帯・広島湾一岩国沖断層帯周辺の水平ひずみ速度分布（国土地理院作成）。スケールは 1.0×10^{-6} 。年間あたりのひずみ速度に換算すると、スケールは 0.2×10^{-6} /年。

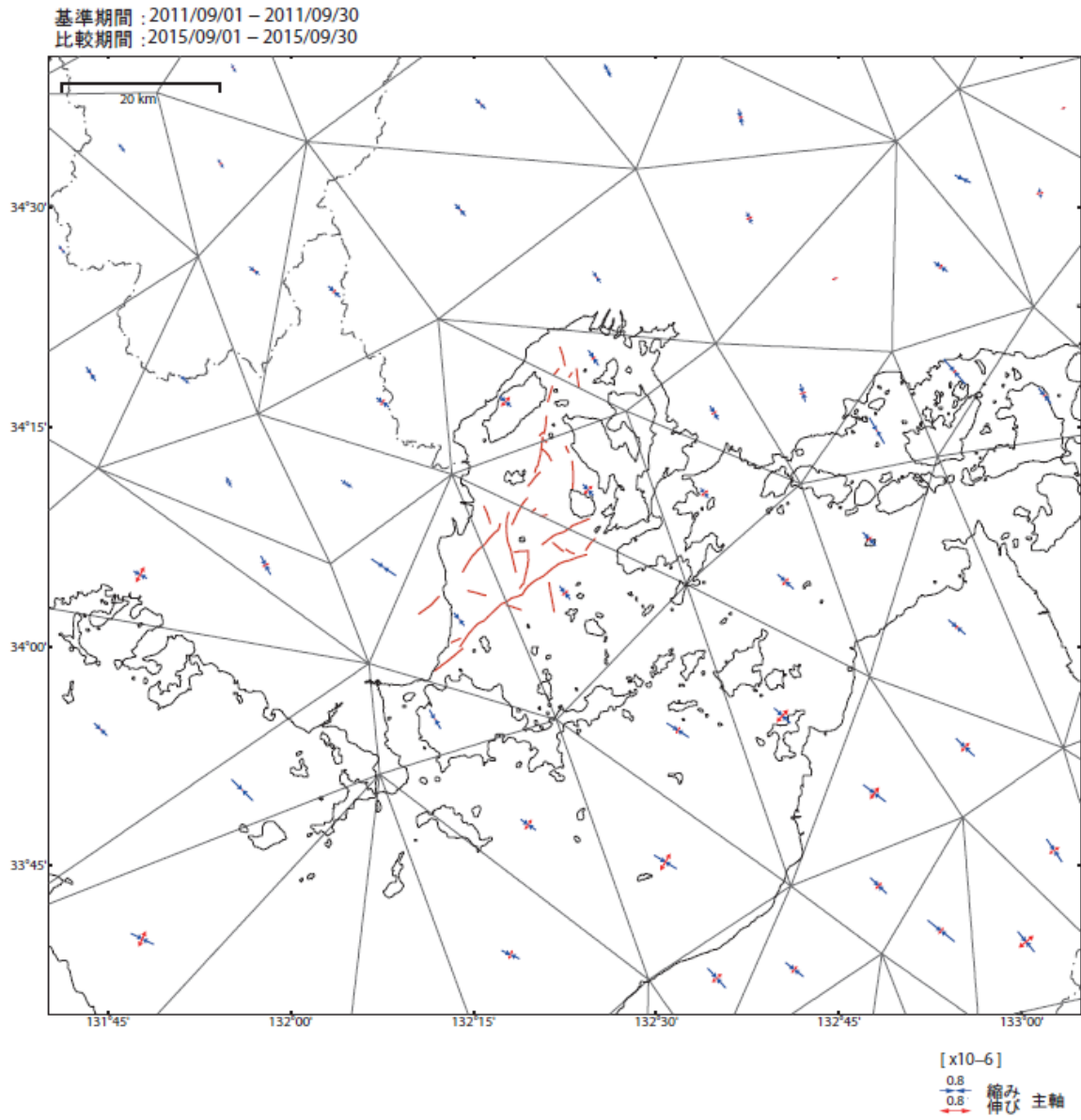


図4-3 2011年9月から2015年9月までのGNSS連続観測による安芸灘断層帯・広島湾-岩国沖断層帯周辺の水平ひずみ速度分布(国土地理院作成)。スケールは 0.8×10^{-6} 。年間あたりのひずみ速度に換算すると、スケールは $0.2 \times 10^{-6}/\text{年}$ 。

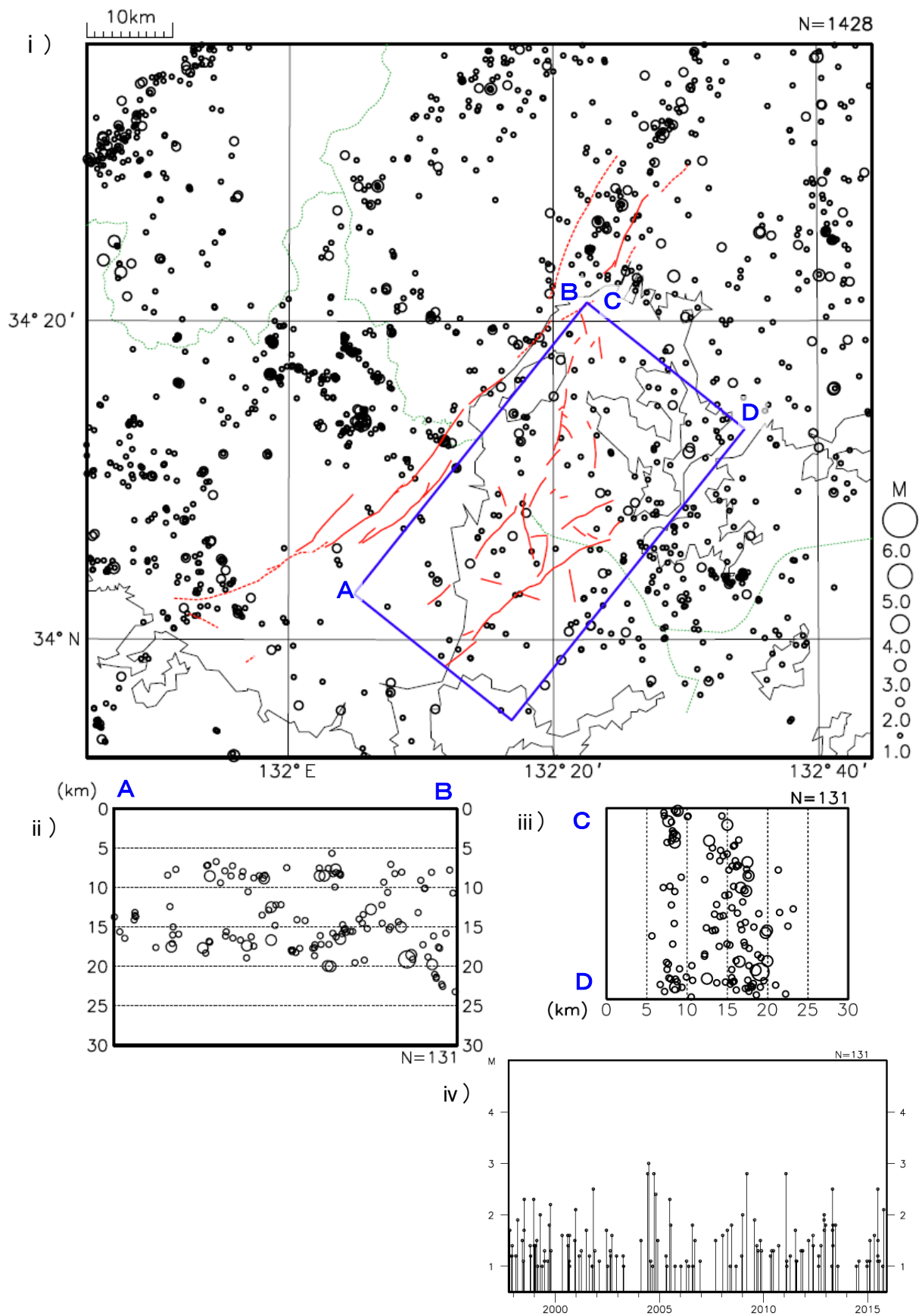


図5-1 安芸灘断層帯・広島湾-岩国沖断層帯周辺の地震活動 (気象庁作成)

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)。

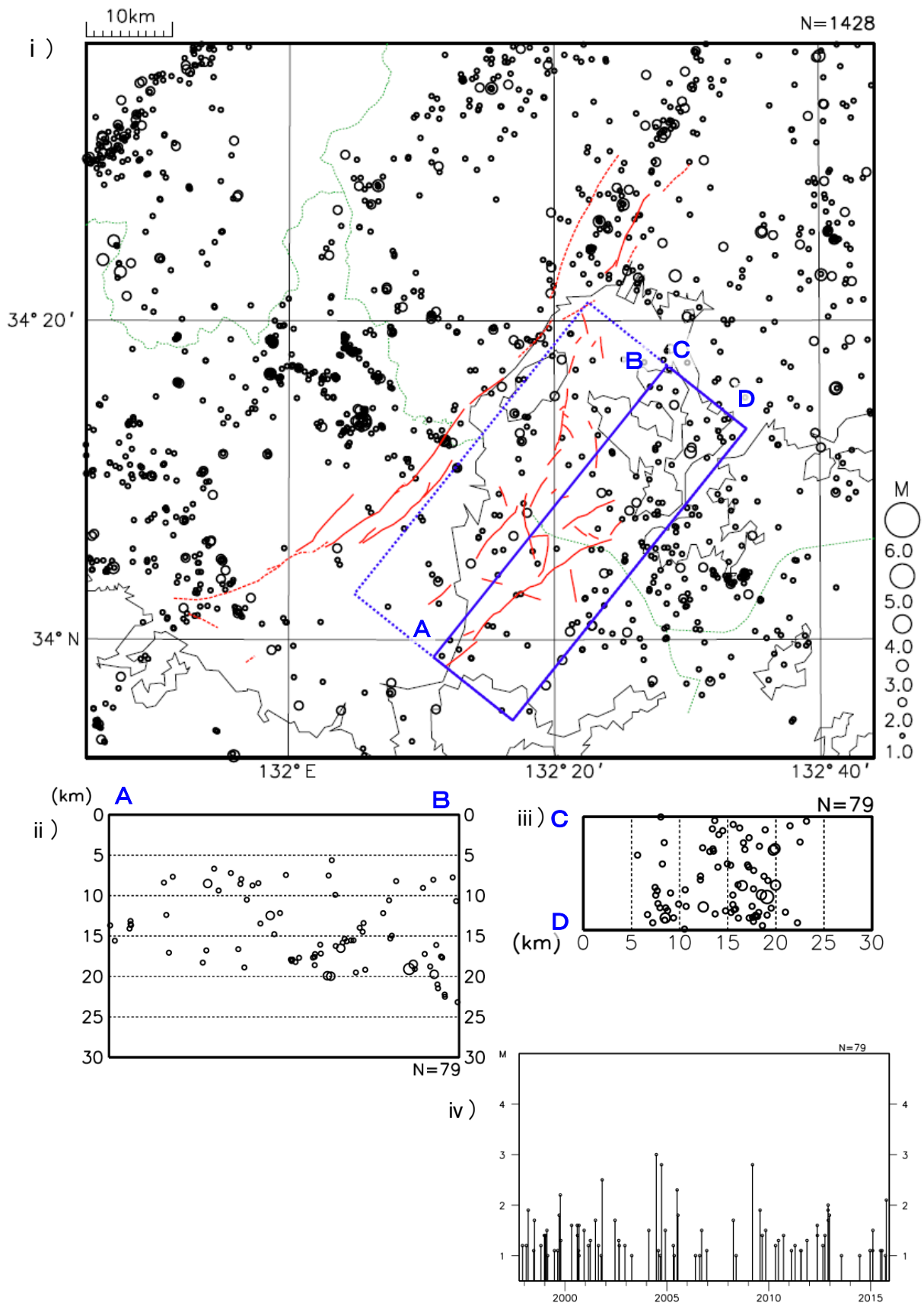


図5-2 安芸灘断層帯周辺の地震活動（気象庁作成）

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）。

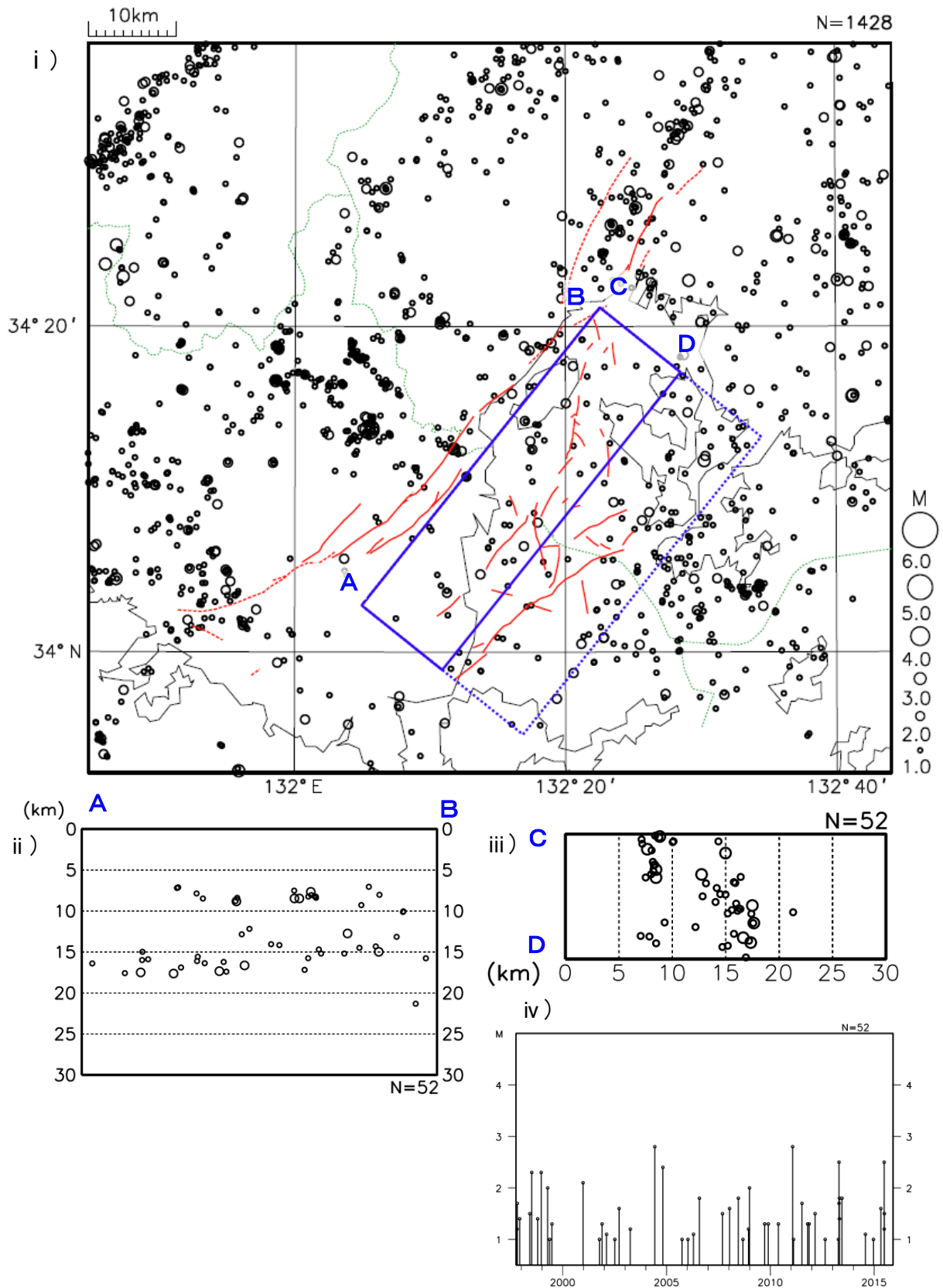


図5-3 広島湾-岩国沖断層帯周辺の地震活動（気象庁作成）

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）。

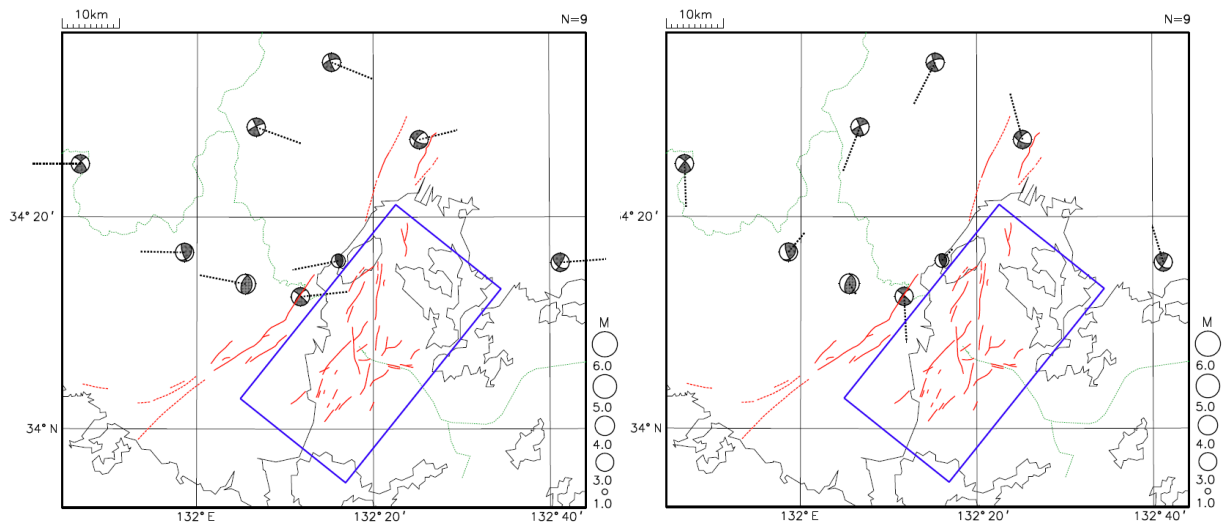


図5-4 安芸灘断層帯・広島湾-岩国沖断層帯周辺の地震の発震機構（P波初動解による下半球投影）と圧力軸（左）と張力軸（右）の分布（気象庁作成）。1997年10月1日～2015年11月30日（深さ30km以浅）。

表4 安芸灘断層帯の将来の地震発生確率及び参考指標

項 目	数 値 (注 14)	備 考
地震後経過率	0.6-2.4	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	0.1%-10%	
今後50年以内の発生確率	0.2%-20%	
今後100年以内の発生確率	0.4%-30%	
今後300年以内の発生確率	1%-60%	
集積確率	1%-90%より大	
指標(1) 経過年数 比	マイナス9百年-4千年 0.8-3.5	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。
指標(2)	0.2-7.9	
指標(3)	1%-90%より大	
指標(4)	0.03-0.9	
指標(5)	0.0002-0.0004	

注14: 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年間あ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、6千4百分の1-2千3百分の1(0.0002-0.0004)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3万分の1-3百分の1(0.00003-0.003)であり、時間とともに増加する。3万分の1以下であれば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するには今後9百年を要するが、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)。

附表

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。