別府－万年山断層帯の長期評価について

平成１７年３月９日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

地震調査研究推進本部は、「地震調査研究の推進について　－地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策－」（平成 11 年 4 月 23 日）を決定し、この中において、「全国を概観した地震動予測地図」の作成を当面推進すべき地震調査研究の主要な課題とし、また「陸域の浅い地震、あるいは、海溝型地震の発生可能性の長期的な確率評価を行う」とした。

地震調査委員会では、この決定を踏まえつつ、これまでに陸域の活断層として、81 断層帯の長期評価を行い公表した。

今回、引き続き、別府－万年山断層帯について現在までの研究成果及び関連資料を用いて評価し、とりまとめた。

評価に用いられたデータは量及び質において一様でなく、そのためにそれぞれの評価の結果についても精粗がある。このため、評価結果の各項目について信頼度を付与している。

平成17年3月9日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

別府－万年山断層帯の評価

別府－万年山（はねやま）断層帯は、大分県東部の別府湾の海底から大分県西部にかけて分布する活断層帯である。ここでは、平成10年度から15年度にかけて大分県によって行われた調査をはじめ、これまでに行われた調査研究成果に基づいて、この断層帯の諸特性を次のように評価した。

１．断層帯の位置及び形態

別府－万年山断層帯は、大分県東部の豊予海峡付近から、別府湾内、大分平野を経て熊本県境付近まで、ほぼ東西方向に分布する断層帯である（図１－１）。別府－万年山断層帯は、ほぼ東西方向の多数の断層から構成されるが、断層の走向や変位の向きから、「別府湾－日出生（ひじう）断層帯」、「大分平野－由布院断層帯」、「野稲岳（のいねだけ）－万年山（はねやま）断層帯」及び「崩平山（くえのひらやま）－亀石山断層帯」に区分される（図２－１、図２－２）。なお、別府－万年山断層帯が分布する地域には、活火山の鶴見岳・伽藍（がらん）岳や由布岳などが位置している。

別府湾－日出生断層帯は、大分県大分市佐賀関北東沖の豊予海峡付近から別府湾を経て玖珠（くす）郡玖珠町に至る長さ約76 kmの、ほぼ東西方向に延びる断層帯で、主として断層の北側が相対的に隆起する正断層である（図２－１、図２－２、表１）。別府湾－日出生断層帯は、過去の活動から、豊予海峡付近から別府湾にかけての海底に分布する東部と陸上部に分布する西部の２つの区間に区分される。

大分平野－由布院断層帯は、大分県大分市から玖珠郡玖珠町南東部に至る長さ約40 kmの、ほぼ東西方向に延びる断層帯で、主として断層の南側が相対的に隆起する正断層である（図２－１、図２－２、表３）。大分平野－由布院断層帯は、過去の活動から、東部と西部に区分される。

野稲岳－万年山断層帯は、大分県大分郡湯布院町から日田（ひた）郡大山（おおやま）町に至る長さ約30 kmの、ほぼ東西方向に延びる断層帯で、主として断層の北側が相対的に隆起する正断層である（図２－２、表５）。

崩平山－亀石山断層帯は、大分県大分郡庄内町から日田郡大山町に至る長さ約34 kmの、ほぼ東西方向に延びる断層帯で、主として断層の南側が相対的に隆起する正断層である（図２－２、表７）。

２．断層帯の過去の活動

（１）別府湾－日出生断層帯

別府湾－日出生断層帯東部の平均的な上下方向のずれの速度は、３m／千年程度もしくはそれ以上であった可能性がある。また、最新活動時期は 1596 年（慶長元年）の慶長豊後地震と推定される。一方、平均活動間隔は約１千３百－１千７百年の可能性がある（表１）。

別府湾－日出生断層帯西部の平均的な上下方向のずれの速度は、0.1－0.2 m／千年程度であった可能性がある。また、最新活動時期は約７千３百年前以後、６世紀以前であったと推定される。一方、既往の調査研究成果による直接的なデータではないが、経験則から求めた１回のずれの量と平均的なずれの速度に基づくと、平均活動間隔は１万３千－２万５千年程度の可能性がある（表１）。

（２）大分平野－由布院断層帯

大分平野－由布院断層帯東部の平均的な上下方向のずれの速度は、２－４m／千年程度であったと推定される。また、最新活動時期は約２千２百年前以後、６世紀以前であったと推定される。一方、平均活動間隔は約２千３百－３千年と推定される（表３）。

大分平野－由布院断層帯西部の最新活動時期と１つ前の活動時期は約２千年前以後、18 世紀初頭以前であった可能性があるがこれ以上は絞り込めていない。一方、平均活動間隔は約７百－１千７百年であった可能性がある（表３）。

（３）野稲岳－万年山断層帯

野稲岳－万年山断層帯の平均的な上下方向のずれの速度は、0.6 m／千年程度であった可能性がある。また、最新活動時期は約３千９百年前以後、６世紀以前と推定される。一方、既往の調査研究成果による直接的なデータではないが、経験則から求めた１回のずれの量と平均的なずれの速度に基づくと、平均活動間隔は４千年程度であった可能性がある（表５）。

（４）崩平山－亀石山断層帯

崩平山－亀石山断層帯の平均的な上下方向のずれの速度は、0.1－0.4 m／千年程度であった可能性がある。最新活動時期は 13 世紀以後であったと推定される。一方、平均活動間隔は約４千３百－７千３百年であった可能性がある（表７）。

３．断層帯の将来の活動

（１）別府湾－日出生断層帯

別府湾－日出生断層帯は、東部と西部がそれぞれ単独で活動すると推定される。東部が単独で活動した場合、マグニチュード 7.6 程度の地震が発生する可能性があり、その際には断層の北側が相対的に４m 程度高くなる段差を生じる可能性がある。西部が単独で活動した場合、マグニチュード 7.3 程度の地震が発生すると推定され、その際には断層の北側が相対的に２－３m 程度高くなる段差を生じる可能性がある。なお、

別府湾－日出生断層帯全体が同時に活動する場合、マグニチュード 8.0 程度の地震が発生する可能性があるが（表１）、火山地域に分布する断層帯であることを考慮すると、「今後に向けて」に記述するような事項に留意する必要がある。

別府湾－日出生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を算出すると表２に示すとおりとなる。

なお、別府湾－日出生断層帯全体が同時に活動する場合の地震発生の確率は、東部もしくは西部が単独で活動する場合の確率を超えないものと考えられる。

（２）大分平野－由布院断層帯

大分平野－由布院断層帯は、東部と西部がそれぞれ単独で活動すると推定される。東部が単独で活動した場合、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、その際には断層の南側が相対的に２－５m 程度高くなる段差を生じると推定される。西部が単独で活動した場合、マグニチュード 6.7 程度の地震が発生する可能性があり、その際には断層の南側が相対的に１－２m 程度高くなる段差を生じる可能性がある。なお、大分平野－由布院断層帯全体が同時に活動する場合、マグニチュード 7.5 程度の地震が発生する可能性があるが（表３）、火山地域に分布する断層帯であることを考慮すると、「今後に向けて」に記述するような事項に留意する必要がある。

大分平野－由布院断層帯東部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を算出すると表４に示すとおりとなる。本評価で得られた地震発生の長期確率には幅があるが、その最大値をとると、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）。

一方、大分平野－由布院断層帯西部は、最新活動時期が十分に絞り込めていないため、通常の活断層評価とは異なる手法により地震発生の長期確率を求めている。そのため信頼度は低いが、将来このような地震が発生する長期確率を求めると表４に示すとおりとなる。本評価で得られた地震発生の長期確率には幅があるが、その最大値をとると、大分平野－由布院断層帯西部は今後 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１－３）。

なお、大分平野－由布院断層帯全体が同時に活動する場合の地震発生の確率は、東部もしくは西部が単独で活動する場合の確率を超えないものと考えられる。

（３）野稲岳－万年山断層帯

野稲岳－万年山断層帯は、全体が１つの区間として活動すると推定される。その場合、マグニチュード 7.3 程度の地震が発生すると推定され、その際には断層の北側が相対的に２－３m 程度高くなる段差を生じる可能性がある（表５）。

野稲岳－万年山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を算出すると表６に示すとおりとなる。本評価で得られた地震発生の長期確率には幅があるが、その最大値をとると、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１、２、４）。

（４）崩平山－亀石山断層帯

崩平山－亀石山断層帯は、全体が１つの区間として活動すると推定される。その場合、マグニチュード 7.4 程度の地震が発生すると推定され、その際には断層の南側が相対的に３m 程度高くなる段差を生じる可能性がある（表７）。

崩平山－亀石山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を算出すると表８に示すとおりとなる。

４．今後に向けて

別府－万年山断層帯は、火山地域に分布する正断層で、多数の短い断層から構成されている。今回の評価では、これらを断層の走向や変位の向きから４つの断層帯に区分し評価した。これらの断層帯は互いに近接しており、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。例えば、過去の活動時期を見ると別府湾－日出生断層帯東部と大分平野－由布院断層帯東部が短い時間で連続して活動した可能性も示唆されるため、過去の活動について、さらに精度の良い資料を集積する必要がある。

また、既往の評価同様、経験則を当てはめて地震の規模やずれの量の予測を行わざるを得なかったが、別府－万年山断層帯の活動は火山活動とも密接な関係があることも考えられ、この点に関しても今後検討していく必要がある。

さらに、別府－万年山断層帯の東端は、中央構造線断層帯に連続している可能性があることから（図１－２）、両断層帯の関係についても検討していく必要がある。

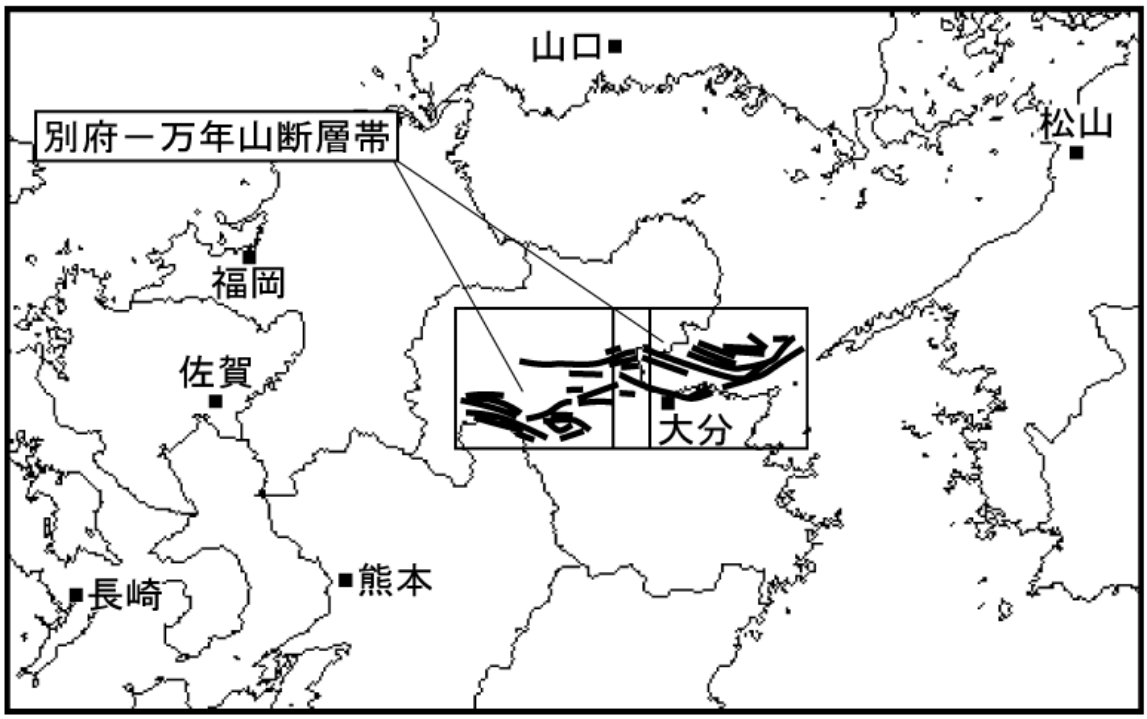


図１－１　別府－万年山断層帯の概略位置図

（長方形は図２の範囲）

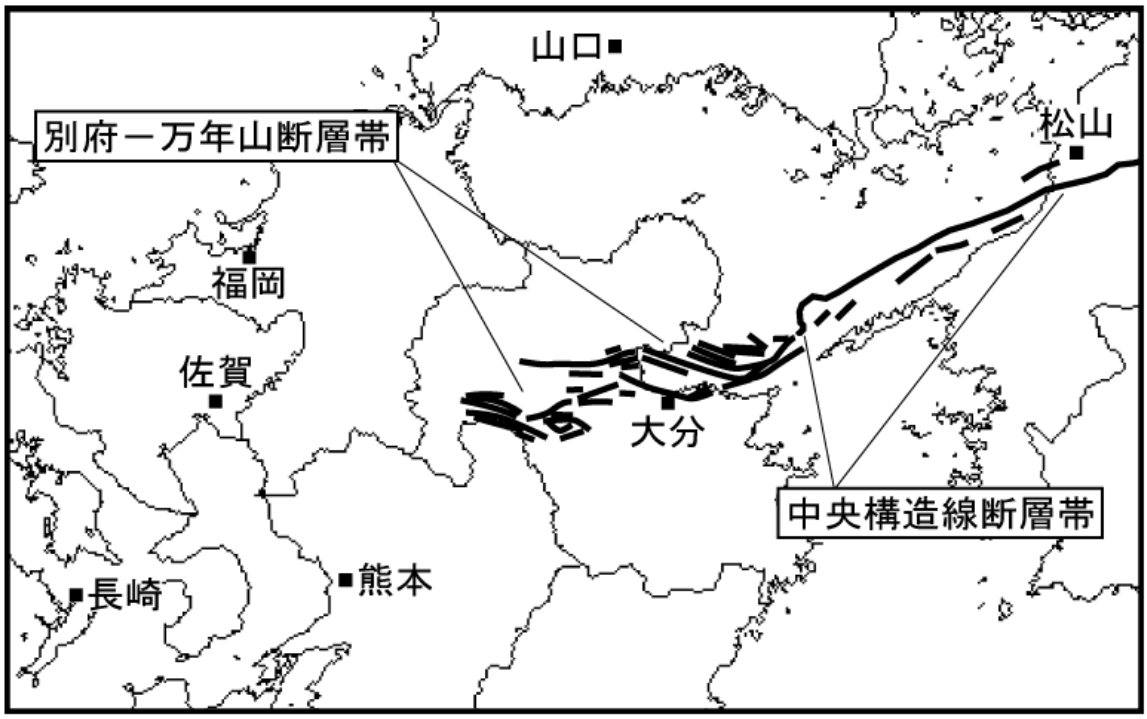


図１－２　別府－万年山断層帯と中央構造線断層帯の位置関係概略図

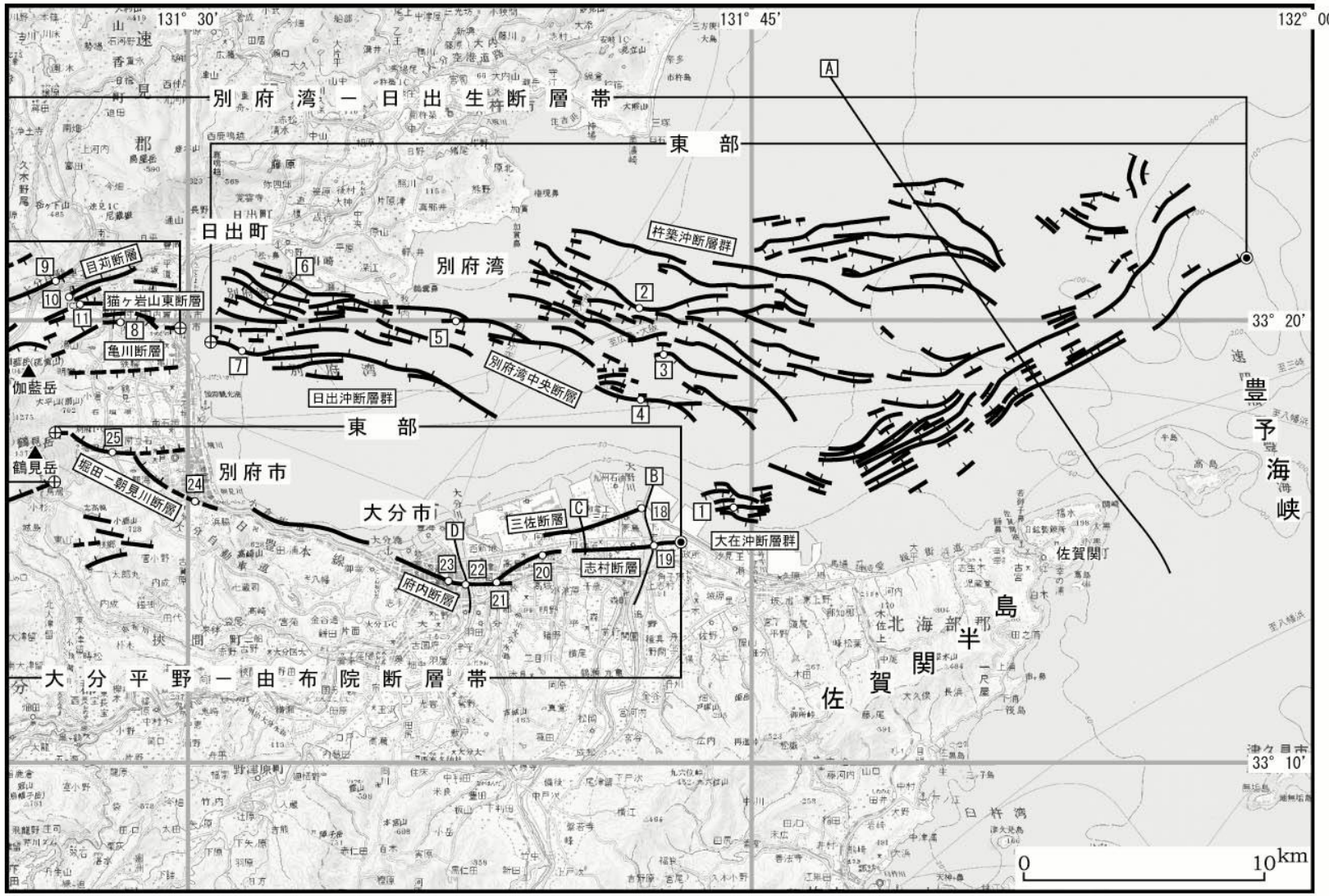


図２－１　別府－万年山断層帯の位置と主な調査地点

１：大在沖地点　２：杵築沖北地点　３：杵築沖南地点　４：別府湾中央東地点　５：別府湾中央西地点　６：豊岡沖地点
７：亀川沖西地点　８：亀川地点　９：十文字原地点　10：目ヌ地点　11：猫ヶ岩山東地点　18：大野川河口右岸地点
19：大野川右岸地点　20：日岡地点　21：芸術会館地点　22：大分川左岸地点　23：府内城址地点　24：朝見地点　25：堀田地点
（調査地点12－17及び26－38は図２－２参照）
Ａ－Ｄ：反射法弾性波探査測線　Ａ：文献20　Ｂ：文献４　Ｃ，Ｄ：文献12
◉：断層帯の東端と西端　　⊕：活動区間の両端
断層の位置は文献６，７，９，13，14，17に基づく．
基図は国土地理院発行数値地図200000「中津」「大分」を使用．

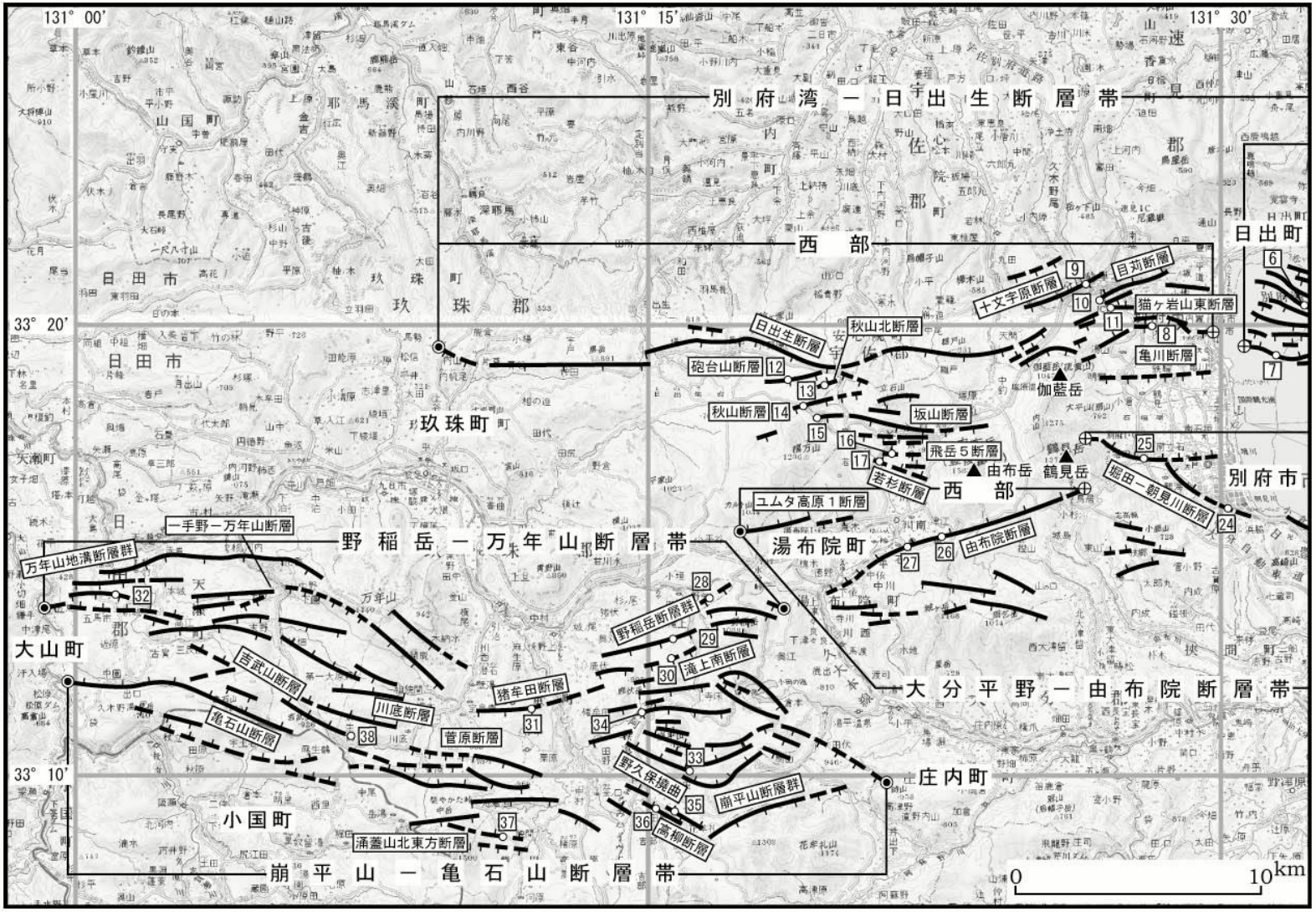


図２－２　別府－万年山断層帯の位置と主な調査地点

６：豊岡沖地点　７：亀川沖西地点　８：亀川地点　９：十文字原地点　10：目苅地点　11：猫ヶ岩山東地点　12：砲台山地点
13：秋山北地点　14：秋山地点　15：坂山地点　16：飛岳５地点　17：若杉地点　24：朝見地点　25：堀田地点
26：由布院１地点　27：由布院２地点　28：水分地点　29：鹿伏地点　30：滝上南地点　31：猪牟田地点　32：五馬市地点
33：崩平山７地点　34：熊の墓地点　35：須久保地点　36：高柳地点　37：涌蓋山北東方地点　38：吉武山地点
（調査地点１－５及び18－23は図２－１参照）
◉：断層帯の東端と西端　　⊕：活動区間の両端
断層の位置は文献６，７，13，14，15，17に基づく．
基図は国土地理院発行数値地図200000「中津」「大分」「福岡」「熊本」を使用．

表１　別府湾－日出生断層帯の特性

項　目	特　　性	信頼度（注5）	根　拠（注６）
１．断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	東部：杵築（きつき）沖断層群、別府湾中央断層、大在（おおざい）沖断層群、日出（ひじ）沖断層など 西部：亀川（かめがわ）断層、日出生（ひじう）断層、秋山断層など		文献６、７、９、10－13、17による。
(2) 断層帯の位置・形状	地表及び海底における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 全体 （東端）北緯33°21′東経131°58′ （西端）北緯33°20′東経131°09′ 東部 （東端）北緯33°21′東経131°58′ （西端）北緯33°19′東経131°31′ 西部 （東端）北緯33°20′東経131°30′ （西端）北緯33°20′東経131°09′ 長さ　全体　約76 km 東部　約43 km 西部　約32 km	 △ ○ △ ○ ○ ○ △ △ ○	 文献６、７、９、13、17による。数値は図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 地表及び海底での長さ・位置と同じ 上端の深さ　0 km 一般走向 全体　Ｅ－Ｗ 東部　N85°Ｅ 西部　Ｅ－Ｗ 傾斜 東部　主として高角度南傾斜（深さ２km以浅） 西部　主として高角度南傾斜（地表付近）	 ○ ◎ ◎ ◎ ◎ ○ ○	 上端の深さが0 kmであることから推定。 一般走向は断層帯の東端と西端を直線で結んだ方向（図２参照）。 東部の傾斜は反射法弾性波探査（文献20）、音波探査結果（文献13、16、17）、西部の傾斜は、地形の特徴や断層露頭（文献３、６、７、10）から推定。

	幅　　東部　15 km 程度 西部　不明	△	幅は、地震発生層の下限の深さが約 15 km であることから推定（東部）。
(3) 断層のずれの向きと種類	主として北側が相対的に隆起する正断層	○	反射法弾性波探査、音波探査結果、地形の特徴及び断層露頭から推定（文献３、６、７、11、13、16、17、20）。
２．断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	東部 ３m／千年程度もしくはそれ以上 （上下成分）	△	文献６、８、13、16による。
	西部 0.1－0.2 m／千年程度 （上下成分）	△	文献６、７による。
(2) 過去の活動時期	東部 活動１（最新活動） 1596 年（慶長元年）の慶長豊後地震 （地形地質からは 17 世紀頃）	○	東部の活動１、２は、文献 11、12、13、19 に示された資料から推定。活動３－５は、文献 12、13 に示された資料から推定。
	活動２（１つ前の活動） 約２千２百年前以後、３世紀以前	△	
	活動３（２つ前の活動） 約４千６百年前以後、約３千６百年前以前	△	
	活動４（３つ前の活動） 約６千年前以後、約５千３百年前以前	△	
	活動５（４つ前の活動） 約７千３百年前以後、約５千８百年前以前	△	
	西部 活動１（最新活動） 約７千３百年前以後、６世紀以前 なお、約２万８千年前以後、約８千８百年前以前に複数回の活動があった可能性がある	○	西部の活動１は、文献２、12、13 に示された資料から推定。

	(3) 1 回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量 東部：4m 程度 （上下成分） 西部：2－3m 程度 （上下成分） 平均活動間隔 東部：約1千3百－1千7百年 西部：1万3千－2万5千年程度	 △ △ △ △	 文献 12、16 に示された資料から推定。 断層の長さから推定。 過去5回の活動時期から推定。 平均的なずれの速度と1回のずれの量から推定。
	(4) 過去の活動区間	東部と西部の2区間	○	最新活動の時期から推定。
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　東部と西部の2区間 または断層帯全体で1区間 地震の規模 東部　：マグニチュード 7.6 程度 西部　：マグニチュード 7.3 程度 断層帯全体：マグニチュード 8.0 程度 ずれの量 東部　：4m 程度 （上下成分） 西部　：2－3m 程度 （上下成分）	○ △ ○ △ △ △	過去の活動と断層の地表形態から推定。 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。 過去の活動から推定。 断層の長さから推定。

表２　別府湾－日出生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７）	信頼度 （注８）	備　　考
＜東部＞			
地震後経過率（注９）	0.2 － 0.3	b	発生確率及び集積確率は、文献５による。
今後 30 年以内の地震発生確率	ほぼ０％		
今後 50 年以内の地震発生確率	ほぼ０％		
今後 100 年以内の地震発生確率	ほぼ０％－0.004％		
今後 300 年以内の地震発生確率	0.01％－0.7％		
集積確率（注 10）	ほぼ０％		
＜西部＞			
地震後経過率（注９）	0.06 －0.6		
今後 30 年以内の地震発生確率	ほぼ０％－0.05％		
今後 50 年以内の地震発生確率	ほぼ０％－0.08％	b	
今後 100 年以内の地震発生確率	ほぼ０％－0.2％		
今後 300 年以内の地震発生確率	ほぼ０％－0.6％		
集積確率（注 10）	ほぼ０％－１％		

表３　大分平野－由布院断層帯の特性

項　目	特　　性	信頼度（注5）	根　拠（注６）
１．断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	東部：三佐（みさ）断層、志村断層、府内（ふない）断層、堀田（ほりた）－朝見川（あさみがわ）断層 西部：由布院断層など		文献６、７、10－13、17による
(2) 断層帯の位置・形状	地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置		
	全体		文献６、７、13、17による。数値は図２から計測。
	（東端）北緯 33° 15′ 東経 131° 43′	△	
	（西端）北緯 33° 15′ 東経 131° 18′	○	
	東部		
	（東端）北緯 33° 15′ 東経 131° 43′	△	
	（西端）北緯 33° 18′ 東経 131° 26′	△	
	西部		
	（東端）北緯 33° 16′ 東経 131° 26′	△	
	（西端）北緯 33° 15′ 東経 131° 18′	○	
	長さ　全体　約 40 km	△	
	東部　約 27 km	△	
	西部　約 14 km	△	
	地下における断層面の位置・形状		
	長さ及び上端の位置		上端の深さが０ km であることから推定。
	地表での長さ・位置と同じ	○	
	上端の深さ　０ km	◎	
	一般走向		一般走向は断層帯の東端と西端を直線で結んだ方向（図２参照）。
	全体　Ｅ－Ｗ	◎	
	東部　Ｎ80° Ｗ	◎	
	西部　Ｎ80° Ｅ	◎	
	傾斜　東部　主として高角度北傾斜（深さ約１km 以浅）	○	傾斜は反射法弾性波探査結果（文献４、11、12、13：東部）、地形の特徴及び断層露頭から推定（文献６、13、14）。
	西部　主として高角度北傾斜（地表付近）	○	
	幅　東部　15 km 程度	△	幅は地震発生層の下限の深さが約 15 km であることから推定（東部）。
	西部　不明		

(3) 断層のずれの向きと種類	南側が相対的に隆起する正断層	○	地形の特徴、断層露頭から推定。
２．断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	東部 ２－４m／千年程度 （上下成分） 西部 不明	○	文献１、３、10、11、18 による。
(2) 過去の活動時期	東部 活動１（最新活動） 約２千２百年前以後、６世紀以前 活動２（１つ前の活動） 約４千５百年前以後、約３千４百年前以前 活動３（２つ前の活動） 約７千３百年前以後、約６千７百年前以前 西部 活動１（最新活動）及び活動２（１つ前の活動） 約２千年前以後、18 世紀初頭以前に２回の活動 なお、約７千３百年前以後、約１千９百年前以前に少なくとも１回の活動の可能性がある	○ ○ ○ △	文献 12、13 に示された資料から推定。 文献 12、13 に示された資料から推定。 文献 12、13 に示された資料から推定。 文献 11、19 に示された資料から推定。
(3) １回のずれの量と平均活動間隔	１回のずれの量 東部：２－５ m 程度 （上下成分） 西部：１－２ m 程度 （上下成分） 平均活動間隔 東部：約２千３百－３千年 西部：約７百－１千７百年	○ △ ○ △	文献 12、13 に示された資料と断層の長さから推定。 文献 11 に示された資料と断層の長さから推定。 過去３回の活動時期から推定。 過去２回の活動時期から推定。
(4) 過去の活動区間	東部と西部の２区間	○	最新活動の時期から推定。

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　東部と西部の２区間 　　または断層帯全体が１区間	○	過去の活動と断層の地表形態から推定。
		地震の規模		
		東部　　：マグニチュード 7.2 程度	△	断層の長さから推定。
		西部　　：マグニチュード 6.7 程度	△	断層の長さから推定。
		断層帯全体：マグニチュード 7.5 程度	△	断層の長さから推定。
		ずれの量		
		東部　　：２－５ m 程度 （上下成分）	○	過去の活動と断層の長さから推定。
		西部　　：１－２ m 程度 （上下成分）	△	過去の活動と断層の長さから推定。

表４　大分平野－由布院断層帯の将来の地震発生確率等（西部はポアソン過程を適用）

項　　目	将来の地震発生確率等 （注７）	信頼度 （注８）	備　　考
＜東部＞			
地震後経過率（注９）	0.5 － 1.0	a	東部の発生確率及び集積確率は、文献５による。
今後 30 年以内の地震発生確率	0.03%－４%		
今後 50 年以内の地震発生確率	0.06%－７%		
今後 100 年以内の地震発生確率	0.1%－10%		
今後 300 年以内の地震発生確率	１%－40%		
集積確率（注 10）	0.08%－50%		
＜西部＞			
今後 30 年以内の地震発生確率	２%－４%	d	西部の発生確率はポアソン過程による。
今後 50 年以内の地震発生確率	３%－７%		
今後 100 年以内の地震発生確率	６%－10%		
今後 300 年以内の地震発生確率	20%－30%		

表５　野稲岳－万年山断層帯の特性

項　目	特　　性	信頼度（注4）	根　拠（注５）
１．断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	野稲岳（のいねだけ）断層群、猪牟田（ししむた）断層、一手野（ひとての）－万年山（はねやま）断層、万年山断層群など		文献 14 による。
(2) 断層帯の位置・形状	地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 （東端）北緯 33°14′東経 131°19′ （西端）北緯 33°14′東経 130°59′ 長さ　約 30 km	 ○ ○ ○	 文献６による。数値は図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 地表での長さ・位置と同じ 上端の深さ　０ km 一般走向　Ｅ－Ｗ 傾斜　主として高角度南傾斜（地表付近） 幅　不明	 ○ ◎ ◎ ○	 上端の深さが０ km であることから推定。 一般走向は断層帯の東端と西端を直線で結んだ方向（図２参照）。 傾斜は地形の特徴、及び断層露頭から推定（文献６、14、15）。 地震発生層の下限の深さは10km 程度。
(3) 断層のずれの向きと種類	主として北側が相対的に隆起する正断層	○	地形の特徴、断層露頭から推定。
２．断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	0.6 m／千年程度（上下成分）	△	文献７による。
(2) 過去の活動時期	活動１（最新活動） 約３千９百年前以後、６世紀以前	 ○	 文献 14 に示された資料から推定。
(3) １回のずれの量と平均活動間隔	１回のずれの量 ２－３m 程度（上下成分）	 △	 断層の長さから推定。

		平均活動間隔 ４千年程度	△	平均的なずれの量と１回のずれの量から推定。
	(4) 過去の活動区間	断層帯全体で１区間	○	断層の地表形態から推定。
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　断層帯全体で１区間	○	断層の地表形態から推定。
		地震の規模　マグニチュード 7.3 程度	○	断層の長さから推定。
		ずれの量　２－３m 程度（上下成分）	△	断層の長さから推定。

表６　野稲岳－万年山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 7）	信頼度（注８）	備　　考
地震後経過率（注９）	0.4 － 1.0		
今後 30 年以内の地震発生確率	ほぼ０％－３％	b	発生確率及び集積確率は、文献５による。
今後 50 年以内の地震発生確率	ほぼ０％－４％		
今後 100 年以内の地震発生確率	0.001％－９％		
今後 300 年以内の地震発生確率	0.02％－20％		
集積確率（注 10）	ほぼ０％－50％		

表７　崩平山－亀石山断層帯の特性

項　目	特　　性	信頼度（注4）	根　拠（注５）
１．断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	崩平山（くえのひらやま）断層群、菅原断層、吉武山（よしぶやま）断層、亀石山（かめいしやま）断層など		文献６、７、14、15による。
(2) 断層帯の位置・形状	地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置 （東端）北緯 33°10′東経 131°21′ （西端）北緯 33°12′東経 130°59′ 長さ　約 34 km	 ○ ○ ○	 文献６、７、15による。数値は図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 地表での長さ・位置と同じ 上端の深さ　0km 一般走向　E－W 傾斜　主として高角度北傾斜（地表付近） 幅　不明	 ○ ◎ ◎ ○	 上端の深さが０ km であることから推定。 一般走向は断層帯の東端と西端を直線で結んだ方向（図２参照）。 傾斜は地形の特徴、及び断層露頭から推定（文献６、７、14、15）。 地震発生層の下限の深さは10km 程度。
(3) 断層のずれの向きと種類	主として南側が相対的に隆起する正断層	○	地形の特徴、断層露頭から推定。
２．断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	0.1－0.4 m／千年程度（上下成分）	△	文献７による。
(2) 過去の活動時期	活動１（最新活動時期） 13 世紀以後 活動２（1つ前の活動時期） 約７千３百年前以後、約５千１百年前以前	 ○ ○	 文献 15 に示された資料から推定。 文献 15 に示された資料から推定。

	(3) 1回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量 3m程度 （上下成分） 平均活動間隔 約4千3百－7千3百年	△ △	断層の長さから推定。 過去2回の活動時期から推定。
	(4) 過去の活動区間	断層帯全体で1区間	○	断層の地表形態から推定。
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　断層帯全体で1区間 地震の規模　マグニチュード7.4程度 ずれの量　3m程度 （上下成分）	○ ○ △	断層の地表形態から推定。 断層の長さから推定。 断層の長さから推定。

表８　崩平山－亀石山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7）	信頼度 （注８）	備　　考
地震後経過率（注９）	0.2以下	b	発生確率及び集積確率は、文献５による。
今後30年以内の地震発生確率	ほぼ０％		
今後50年以内の地震発生確率	ほぼ０％		
今後100年以内の地震発生確率	ほぼ０％		
今後300年以内の地震発生確率	ほぼ０％		
集積確率（注10）	ほぼ０％		

注１：我が国の陸域及び沿岸域の主要な98の活断層帯のうち、2001年４月時点で調査結果が公表されているものについて、その資料を用いて今後30年間に地震が発生する確率を試算すると概ね以下のようになると推定される。

98断層帯のうち約半数の断層帯：30年確率の最大値が0.1%未満

98断層帯のうち約1/4の断層帯：30年確率の最大値が0.1%以上－３%未満

98断層帯のうち約1/4の断層帯：30年確率の最大値が３%以上

（いずれも2001年４月時点での推定。確率の試算値に幅がある場合はその最大値を採用）

この統計資料を踏まえ、地震調査委員会の活断層評価では、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。平均活動間隔が１千年の場合は 30 年確率の最大値は 23%程度、２千年の場合は 12%程度である。

注３：大分平野－由布院断層帯西部では、最新活動時期が特定できていないため、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）により地震発生の長期確率を求めることができない。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）は、このような更新過程が適用できない場合には、特殊な更新過程であるポアソン過程（地震の発生時期に規則性を考えないモデル）を適用せざるを得ないとしていることから、ここでは、ポアソン過程を適用して大分平野－由布院断層帯西部の将来の地震発生確率を求めた。しかし、ポアソン過程を用いた場合、地震発生の確率はいつの時点でも同じ値となり、本来時間とともに変化する確率の「平均的なもの」になっていることに注意する必要がある。なお、グループ分けは、通常の手法を用いた場合の全国の主な活断層のグループ分け（注１参照）と同じしきい値（推定値）を使用して行なった。

注４：野稲岳－万年山断層帯の地震発生の確率（今後 30 年間）の最大値を３%（有効数字１桁）と表記しているが、実際には 2.6%であるため、注１に示した相対的な分類については、「やや高い」に属するものとして扱った。

注５: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６：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

文献１：千田（1995）
文献２：千田ほか（2001）
文献３：千田ほか（2003）
文献４：千田ほか（2004）
文献５：地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）
文献６：活断層研究会編（1991）
文献７：九州活構造研究会編（1989）
文献８：中田・島崎（1993）
文献９：七山ほか（2002）
文献 10：大分県（1999）
文献 11：大分県（2000）
文献 12：大分県（2001）
文献 13：大分県（2002）
文献 14：大分県（2003）
文献 15：大分県（2004）
文献 16：島崎ほか（1990）
文献 17：島崎ほか（2000）
文献 18：首藤・日高（1971）
文献 19：宇佐美（2003）
文献 20：由佐ほか（1992）

注７：評価時点はすべて 2005 年１月１日現在。「ほぼ０％」は 10^{-3}%未満の確率値を示す。なお、大分平野－由布院断層帯東部を除き、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。

また、大分平野－由布院断層帯西部は最新活動時期を特定できていないため、通常の手法による確率の値は推定できない。そのかわりとして、長期間の確率の平均値を示した。最新活動時期によってはこの値より大きく、または小さくなるが、その確率値のとり得る範囲は平均活動間隔から求めることができる。なお、大分平野－由布院断層帯西部は平均活動間隔が７百－１千７百年程度と求められているので、この場合の通常の手法による 30 年確率の最大値のとり得る範囲は 14%－30%となる。

注８：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９：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。今回の評価（大分平野－由布院断層帯東部の場合）の数字で、0.5 は 1405 年を 3000 年で割った値であり、1.0 は 2200 年を 2300 年で割った値。

注 10：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．別府－万年山（はねやま）断層帯に関するこれまでの主な調査研究

別府－万年山断層帯に関する主な調査研究としては、以下のようなものがある。

辻村（1932）は主に地形図の読図によって黒岳断層崖と鹿鳴越（かなごえ）断層崖を見出し、その分布を図示した。村井・金子（1975）は、主に空中写真判読により大分県中・西部一帯の活断層分布を調査し、これらの活構造と 1975 年の大分県中部地震との関連について述べている。また、千田（1979）、池田（1979）などは、主に空中写真判読により断層変位地形を記載している。

千田ほか（2001）は、亀川断層においてトレンチ調査を行い、その活動履歴を明らかにした。

別府湾内の海底域では、島崎ほか（1986，1990，2000）、岡村ほか（1992）、由佐ほか（1992）、中田・島崎（1993）及び七山ほか（2002）などにより反射法弾性波探査や音波探査及びピストンコアリング調査が行なわれ、断層の分布が明らかにされ、その活動性が検討されている。

大分県（1999，2000，2001，2002，2003，2004）は、別府－万年山断層帯全域にわたる総合的な調査を行い、変位速度や活動履歴などを示し、断層帯の活動性を考察した。また、千田ほか（2003，2004）は、大分県の調査と連携し、ボーリング調査・反射法弾性波探査・ジオスライサー調査を行い、大分市街地直下に伏在する府内断層等の活動性を考察した。

２．別府－万年山断層帯の評価結果

別府－万年山断層帯は、大分県東部の豊予海峡付近から別府湾、大分市、別府市を経て、日田（ひた）郡大山町にかけて、ほぼ東西方向に分布する断層帯である（図１－１、図２－１、図２－２）。別府－万年山断層帯は、ほぼ東西方向の多数の断層から構成されるが、断層の走向や変位の向き、活動性の違いなどから、大分県大分市佐賀関の豊予海峡付近から別府湾を経て玖珠（くす）郡玖珠町に至る「別府湾－日出生（ひじう）断層帯」（仮称）、大分県大分市から玖珠郡玖珠町南東部に至る「大分平野－由布院（ゆふいん）断層帯」（仮称）、大分県大分郡湯布院町から日田（ひた）郡大山（おおやま）町に至る「野稲岳（のいねだけ）－万年山断層帯」（仮称）及び大分県大分郡庄内町から日田郡大山町に至る「崩平山（くえのひらやま）－亀石山（かめいしやま）断層帯」（仮称）の４つに区分した。なお、別府－万年山断層帯が分布する地域には、活火山の鶴見岳・伽藍（がらん）岳や由布岳などが位置している。別府－万年山断層帯の周辺には、「別府湾－日出生（ひじう）断層帯」の北方の速見（はやみ）郡日出（ひじ）町と山香（やまが）町に分布する「唐木山（からきやま）断層帯」（仮称）及び佐賀関半島北部に佐賀関（さがのせき）断層が分布している。しかしながら、ともに長さが 20 km 未満と地震調査研究推進本部（1997）の基準に満たないため、詳細な評価の対象としなかった（図３）。なお、唐木山断層帯では大分県（2000）によるトレンチ調査が２地点で行なわれているが、活動時期に関する具体的なデータは得られていない。

さらに、別府－万年山断層帯の東端付近から北東方向には、隣接して中央構造線断層帯が延びているが（図１－２）、これについては既に別途評価済みである（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2003）。本評価では、七山ほか（2002）で完新世及び後期更新世に活動したと示された断層群のうち、中央構造線断層帯の評価で扱っていない部分の東端をもって、別府－万年山断層帯の東端とした。

別府－万年山断層帯を構成する各断層の位置は、九州活構造研究会編（1989）、活断層研究会

編（1991）、中田・今泉編（2002）などに示されているが、これらの資料でほぼ一致している。

本評価では、各断層の位置について、主として活断層研究会編（1991）にしたがい、陸域では九州活構造研究会編（1989）と大分県（2002，2004）を考慮し、海域では島崎ほか（2000）、大分県（1999，2000，2001，2002）及び七山ほか（2002）の結果を考慮した。また、各断層の名称は、主として大分県（1999，2000，2001，2002，2003，2004）に従ったが、陸域では活断層研究会編（1991）、海域では島崎ほか（2000）の名称も考慮した。これら本評価で用いた構成する断層の名称と主な文献間の対応については、表９を参考にされたい。さらに、大分県の調査では断層名と同じ調査地点名が付けられているため、図２－１、図２－２ではそのまま表記したが、以下の説明では必要に応じ字名等を付加して記している。

２．１　別府湾－日出生（ひじう）断層帯

２．１．１　別府湾－日出生断層帯の位置及び形態

（１）別府湾－日出生断層帯を構成する断層

別府湾－日出生断層帯は､大分県大分市佐賀関北東沖の豊予海峡付近から別府湾を経て玖珠(くす）郡玖珠町まで、ほぼ東西方向に延びる断層帯であり、おおむね東から、杵築（きつき）沖断層群、別府湾中央断層、大在（おおざい）沖断層群、日出（ひじ）沖断層、亀川（かめがわ）断層、日出生断層、秋山断層などから構成される。別府湾－日出生断層帯は、平均変位速度や過去の活動時期の違いから、海域に分布する東部（杵築沖断層群、別府湾中央断層、大在沖断層群、日出沖断層など）と、陸域に分布する西部（亀川断層、日出生断層、秋山断層など）に区分される（図２－１、図２－２）。以下、東部と西部に分けて記述する。

（２）断層面の位置・形状

別府湾－日出生断層帯の長さは、図２に示された断層帯の西端と東端を直線で結ぶと、断層帯全体、東部、西部でそれぞれ約 76 km、43 km、32 km となる。

断層面上端の深さは、断層変位が地表及び海底に達していることから東部、西部ともに０km とした。

断層面の傾斜は、東部については、由佐ほか（1992）が豊後水道から別府湾で実施した反射法弾性波探査結果（図４）や島崎ほか（1990, 2000）や大分県（2002）による音波探査結果（図５）により、深さ約２km まで主として高角度で南傾斜と推定される。また、西部については、断層露頭に認められる断層の傾斜、断層変位地形の特徴などから、主として地表付近では高角度で南傾斜と推定される。

断層面の幅は、東部については地震発生層の下限の深さが約 15 km と推定されることから（後述）、断層面の傾斜が地下深部でも同様であるとすれば、15 km 程度の可能性がある。一方、西部については、地震発生層の下限の深さが約 15 km と推定されることから、断層面の下端の深さは 15 km 程度と推定されるが、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 11）

別府湾－日出生断層帯は、反射法弾性波探査結果（由佐ほか，1992）、音波探査結果（島崎ほか，1990, 2000；大分県，2002）、断層変位地形、断層露頭などから、東部、西部ともに、主として北側が相対的に隆起する正断層と推定される。

２．１．２　別府湾－日出生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）（注 11）

〈東部〉

大分県（2002）は音波探査およびピストンコアリング調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層（約７千３百年前：注 12）の変位として、杵築沖北断層で約 11 m、杵築沖南断層で約９m、豊岡沖断層で約３ m の相対的な北側の隆起、亀川沖西断層で約４m の相対的な南側の隆起を報告している。この値から平均上下変位速度が求められ、それぞれ約 1.5 m／千年、約 1.2 m／千年、約 0.41 m／千年、約 0.55 m／千年と求められる。なお、豊岡沖断層に関しては、中田・島崎（1993）によってもほぼ同様の値が得られている。

また、島崎ほか（1990）は、別府湾中央断層の音波探査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層に相当する反射面が 20 m、北側で相対的に隆起していることを見出した（図６）。このことから、平均上下変位速度は約 2.7 m／千年と求められる。ただし、島崎ほか（1990）には正確な変位の計測位置が示されていないため、信頼度はやや劣る。

さらに、活断層研究会編（1991）は、既存の音波探査結果から、鬼界アカホヤ火山灰層に相当する反射面の相対的な変位として、小深江沖断層で約９m の相対的な北側隆起、島ノ山沖断層で３ m の南側隆起、豊岡沖断層で６m の北側隆起、沖ノ瀬断層で 3.4 m の北側隆起、三名（さんみょう）沖東断層で 6.2 m の南側隆起、三名沖西断層で 4.8 m の北側隆起、亀川沖東断層で 7.6 m の南側隆起、亀川沖西断層で５m の南側隆起、上人鼻（しょうにんはな）沖断層で 4.6 m の南側隆起を報告している。この値から平均上下変位速度が求められ、それぞれ約 1.2 m／千年（小深江沖断層）、約 0.41 m／千年（島ノ山沖断層）、約 0.82 m／千年（豊岡沖断層）、約 0.47 m／千年（沖ノ瀬断層）、約 0.85 m／千年（三名沖東断層）、約 0.66 m／千年（三名沖西断層）、約 1.0 m／千年（亀川沖東断層）、約 0.68 m／千年（亀川沖西断層）、約 0.63 m／千年（上人鼻沖断層）と求められる。

以上より、多くの断層が並走して分布することを考慮して判断すると、別府湾－日出生断層帯東部の平均上下変位速度は３m／千年程度もしくはそれ以上であった可能性がある。

〈西部〉

日出生（ひじう）断層では、断層西部において阿蘇４火砕流堆積物（約８万５千－９万年前：注 12）を相対的に５－20 m 北側隆起させていること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は 0.06－0.24 m／千年と求められる。

なお、以下については、溶岩の分布を変位基準としているが、溶岩形成時の地形の起伏が不明のため、参考扱いとする。

亀川断層では、約 20 万年前の高平山（たかひらやま）溶岩を相対的に 50 m 北側隆起させていること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は約 0.25 m／千年と求められる。

伽藍岳（がらんだけ）断層では、約 7.5 万年前の伽藍岳火山溶岩を相対的に 30 m 以上北側隆起させていること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は約 0.4 m／千年以上と求められる。

日出生（ひじう）断層では、東部で約 72 万年前の雛戸山（ひなどさん）安山岩を 180 m、中部で約 130 万年前の高陣ヶ尾（たかじんがお）安山岩を 130 m、西部で約 42 万年前の日向神（ひゅうがみ）溶岩を 70 m、相対的に北側隆起させていること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は 0.1－0.25 m／千年と求められる。

秋山断層では、約 60 万年前の秋山安山岩を相対的に 50 m 北側隆起させていること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は約 0.08 m／千年と求められる。坂山（さかいやま）断層では、約 57 万年前の立石山溶岩を相対的に 70 m 北側隆起させていること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は約 0.12 m／千年と求められる。飛岳（とびだけ）１断層では、約 50 万年前の飛岳火山溶岩を相対的に 40 m 南側隆起させていること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は約 0.08 m／千年と求められる。若杉断層では、約 7.5 万年前以後とされる若杉岩屑なだれ堆積物を相対的に 25 m 南側隆起させていること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は約 0.33 m／千年と求められる。十文字原（じゅうもんじばる）断層では、約 53 万年前の万年山溶岩を相対的に 120 m 北側隆起させていること（活断層研究会編，1991）から、平均上下変位速度は約 0.23 m／千年と求められる。猫ヶ岩山（ねこがいわやま）東断層では、約 25 万年前の山陰系旧期火山岩を相対的に 40 m 北側隆起させていること（活断層研究会編，1991）から、平均上下変位速度は約 0.16 m／千年と求められる。立石山（たていしやま）断層では、約 57 万年前の立石山溶岩を相対的に 100 m 北側隆起させていること（活断層研究会編，1991）から、平均上下変位速度は約 0.18 m／千年と求められる。砲台山断層では、約 60 万年前の秋山安山岩を相対的に 20 m 北側隆起させていること（活断層研究会編，1991）から、平均上下変位速度は約 0.03 m／千年と求められる。

以上より、並走する断層が分布しない日出生断層西部での値で別府湾－日出生断層帯西部平均上下変位速度を代表させることとすると、その値は 0.1－0.2 m／千年程度であった可能性がある。

（２）活動時期

１）地形・地質的に認められた過去の活動

〈東部〉

ａ）大在（おおざい）沖断層群大在沖地点

大分県（2000）は、大分市の大在沖で音波探査及びピストンコアリング調査を行い、断層の活動によるせき止め堆積物の存在から断層活動を認定している。せき止め堆積物から得られた^{14}Ｃ年代値（注13、14）及び豊岡沖地点との火山灰層の対比に基づくと、最新活動時期は15世紀以後、17世紀以前、１つ前の活動時期は約３千５百年前以後、５世紀以前と推定される。

ｂ）杵築沖断層群杵築沖北地点

大分県（2002）は、杵築（きつき）市の加貫鼻（かねきはな）南東沖で音波探査及びピストンコアリング調査を行い、断層を挟んだ両側での堆積物の厚さの違いから断層活動を認定している。堆積物から得られた^{14}Ｃ年代値に基づくと、最新活動時期は11世紀以後、１つ前の活動時期は約２千２百年前以後、３世紀以前であった可能性がある。

ｃ）杵築沖断層群杵築沖南地点

大分県（2002）は、杵築市加貫鼻沖（杵築沖北地点の南南東約３km）で音波探査及びピストンコアリング調査を行い、断層を挟んだ両側での堆積物の厚さの違いから断層活動を認定している。堆積物から得られた^{14}Ｃ年代値及び豊岡沖地点との火山灰層の対比に基づくと、最新活動時期は11世紀以後、19世紀以前、１つ前の活動時期は約３千５百年前以後、５世紀以前であった可能性がある。

ｄ）別府湾中央断層別府湾中央東地点

大分県（2001，2002）は、大分市の大野川河口沖で音波探査及びピストンコアリング調査を行い、断層を挟んだ両側での堆積物の厚さの違いから断層活動を認定している。その堆積物の^{14}Ｃ年代値に基づくと、最新活動時期は７世紀以後、１つ前の活動時期は約３千５百年前以後、３世紀以前であった可能性がある。

ｅ）日出沖断層群豊岡沖地点

大分県（2001，2002）は、速見郡日出町小深江（こぶかえ）沖で音波探査及びピストンコアリング調査（図７）を行い、断層を挟んだ両側での堆積物の厚さの違いから断層活動を認定している。堆積物から得られた^{14}Ｃ年代値に基づくと、最新活動時期は５世紀以後、１つ前の活動時期は約３千年前以後、５世紀以前、２つ前の活動時期は約７千３百年前以後、約５千３百年前以前であった可能性がある。

なお、大分県（2001，2002）では、約４千４百年前以後、約３千２百年前以前の活動も指摘されているが、堆積物の厚さの変化が不明瞭であるので、これは参考扱いとする。

また、中田・島崎（1993）は、本地点付近で行なったピストンコアリング調査の結果から、約２千２百年前､約３千６百年前､約４千５百年前及び約５千９百年前に断層活動を認定している。中田・島崎（1993）には年代補正法の詳細が記載されていないが、仮にこの値を未補正値とし、^{13}Ｃ比による補正とリザーバ効果（注 14）を同程度とすると、最新活動時期は約２千３百年前、１つ前の活動時期は約３千９百年前、２つ前の活動時期は約５千２百年前、３つ前の活動時期は約６千８百年前となる。しかしながら、年代補正法が不明であること、活動時期が他の調査結果と若干ずれていることから、中田・島崎（1993）の活動時期は参考扱いとする。中田・島崎（1993）の音波探査結果は上部の音響反射面が不明瞭であり､最新活動を捉えきれていない可能性もある。

さらに、島崎ほか（1986）は、本地点付近でボーリング調査を行い、1,615 年前、3,930 年前、5,440 年前に断層活動を認定している。しかし、この活動時期は、鬼界アカホヤ火山灰層降下より後の堆積物について、堆積速度を一定として推定したものであり、大分県等の調査と比較すると十分な精度が無いと考えられるので、参考扱いとする。

ｆ）日出沖断層群亀川沖西地点

大分県（2001）は、別府市亀川沖で音波探査及びピストンコアリング調査を行い、断層を挟んだ両側での堆積物の厚さの違いから断層活動を認定している。ただし、コア上部が採取できなかったこと､年代試料が不十分であったことから､次年度に再調査が行なわれている（大分県, 2002）。

大分県（2002）は、前年度の結果とピストンコアリングの再調査の結果を合わせて断層活動を認定している（図８）。堆積物から得られた ^{14}Ｃ年代値及び豊岡沖地点や杵築沖南地点との火山灰層の対比に基づくと、最新活動時期は 17 世紀以後、１つ前の活動時期は約２千２百年前以後、

５世紀以前、２つ前の活動時期は約４千６百年前以後、約３千６百年前以前、３つ前の活動時期は約７千３百年前以後、約４千７百年前以前であった可能性がある。大分県（2002）が示した３つ前の活動については、大分県（2001）の調査結果の約６千年前以後、約４千７百年前以前、約７千３百年前以後、約５千８百年前以前の２つの活動に該当すると判断される。

なお、岡村ほか（1992）は、ピストンコアリング調査の結果から、680 yBP、3,500 yBP、5,300 yBP（リザーバ効果及び暦年未補正）の３回の断層活動を推定している。ただし、コアから直接得られた年代値が少なく、断層の活動時期の推定の信頼度が低いと考えられるので、参考扱いとした。

このほかにも、過去の活動に関する以下の報告があるが、本評価では参考扱いとした。

・別府湾中央断層別府湾中央西地点

大分県（2001，2002）は、速見（はやみ）郡日出（ひじ）町鵜糞鼻（うんそはな）沖で音波探査及びピストンコアリング調査を行い、断層を挟んだ両側での堆積物の厚さの変化から断層活動を認定しているが、その変化は不明瞭である。また、大分県（2001，2002）の音波探査断面からは、17世紀以後に最新活動を読み取ることも可能であるが、その活動は大分県（2001，2002）では指摘されていない。以上のことから、この地点での結果は参考扱いとする。

〈西部〉

ａ）亀川断層亀川地点

千田ほか（2001）は、別府市内竈（うちかまど）の亀川断層においてトレンチ調査を行い（図９）、トレンチ１の壁面から断層活動を認定している。千田ほか（2001）は、それぞれの地層における変位量の大きさの違いから、最新活動を 1B 層堆積より後、1A’層堆積より前、１つ前の活動時期を 4A 層堆積より後、3C 層堆積より前、２つ前の活動時期を 4C 層（姶良Ｔｎ火山灰層：注 12）堆積より後、4B 層堆積より前、３つ前の活動時期を７層堆積より後、６層堆積より前としている。

しかしながら、本評価ではスケッチに示された地層の構造から断層の活動時期を読み取ると以下のようになる。

まず、最新活動時期については、２層が断層で切られているが、1B 層内の構造が示されておらず、また上位の 1A’層が撓曲変形している可能性も否定できないことから、２層（鬼界アカホヤ火山灰層）堆積より後、1A 層堆積より前としか言えない。1A 層からは５－６世紀を示す ^{14}Ｃ年代値が得られていることから、その年代は約７千３百年前以後、６世紀以前と推定される。

１つ前の活動時期については、西側壁面で 4B 層を切る分岐断層が 3A に覆われることから、4B 層堆積より後、3A 層堆積より前に１つ前の活動があったと推定される。4B 層からは直接年代が得られておらず、姶良Ｔｎ火山灰を含む 4C 層堆積より後に活動があったとしか言えないが、3A 層からは約９千３百－８千８百年前の ^{14}Ｃ年代値が得られている。したがって、その年代は約２万８千年前以後、約８千８百年前以前の可能性がある。

さらに、２つ前の活動時期については、4C 層と 4B 層の間の傾斜不整合として読み取れるが、4C 層の構造が示されておらず、変位の累積も明瞭でないので確実性がやや落ちる。また、活動時期は５層堆積より後、4B 層堆積より前としか言えず、4C 層との関係は不明である。

なお、３つ前の活動時期は、地層の構造からは読み取ることができない。

ｂ）秋山北断層秋山北地点

大分県（2000）は、玖珠郡玖珠町堀原（ほりばる）の秋山北断層においてトレンチ調査を行い、２層（鬼界アカホヤ火山灰層）を変位させる断層を確認している。また、その下位の６層（姶良Tn 火山灰層）がさらに大きく変位していることから、その１つ前の活動を認定している。さらに、大分県（2000）は、２層の上位の１世紀の ^{14}C 年代値を示す黒ボク層も変形していると記載しているが、壁面スケッチではこの層内に水平な構造が描かれているため、断層による変形があるとは言い切れない。以上のことから、最新活動時期は約７千３百年前以後、１つ前の活動時期は約２万８千年前以後であったと推定される。

このほかにも、過去の活動に関する以下の報告があるが、鬼界アカホヤ火山灰降下以後の活動のみしか判明していない調査結果や副次的な断層での調査のため、活動時期の最新側の年代しか押えられない調査結果であるため、参考として紹介にするに留める。

・十文字原断層十文字原地点

大分県（2000）は速見郡日出町の大分自動車道日出ＪＣ西方においてトレンチ調査を行い、５層（鬼界アカホヤ火山灰層）を変位させる断層を確認している。大分県（2000）では、由布岳１火山灰層を変位させないと記載されているが、この地層は鬼界アカホヤ火山灰層と混在した再堆積物と考えられるため、この資料から活動時期の上限を決めることはできない。また、大分県（2000）のトレンチ壁面スケッチでは、断層線は３層内部まで描かれているが、３層基底には変位が認められない。また、大分県（2000）では、４層上部から得られた約３千４百年前の ^{14}C 年代値により最新活動時期の上限について言及しているが、４層の内部構造が示されていないため、この年代から上限を決めることはできない。以上のことから、本断層の最新活動時期は、約７千３百年前以後であったとしか言えない。

・目苅断層目苅地点

大分県（2000）は、別府市の大分自動車道日出ＪＣＴ南方の自衛隊演習場においてトレンチ調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層が変位していることを確認している。また、大分県（2000）は、その上位の由布岳１火山灰層の変形から断層活動を認定しているが、変形が不明瞭であるため、この断層活動は確実ではない。また、小断層が５層中で止まっていることを根拠にそれ以前の活動を認定しているが、これもトレンチ壁面スケッチからは読み取ることはできない。以上のことから、本断層の最新活動時期は、約７千３百年前以後であったとしか言えない。

・猫ヶ岩山東断層猫ヶ岩山東地点

大分県（2000）は、別府市大分自動車道日出生ＪＣＴ南方の自衛隊演習場にてトレンチ調査を行い、断層が約１万１千年前を示す ^{14}C 年代値が得られた７層に覆われることを確認している。この結果から、本断層の最新活動時期は約１万１千年前以前であったと推定される。ただし、本断層は規模が小さく、副次的な断層の可能性があるため、この結果から断層帯全体の活動時期を限定することはできない。

・砲台山断層砲台山地点

大分県（2000）は、玖珠郡玖珠町段原（だんばる）の断層露頭において確認された断層が鬼界アカホヤ火山灰層を変位させないことから、最新活動時期を約７千３百年前以前としている。しかし、この露頭における断層は規模が小さく、副次的な断層の可能性があるため、この結果から断層帯全体の活動時期を限定することはできない。

・秋山断層秋山地点

大分県（2000）は、玖珠郡玖珠町堀原においてトレンチ調査を行い、２層（鬼界アカホヤ火山灰層）を変位させる断層を確認している。大分県（2000）は、その下位の黒ボク層の高度差からさらに１つ前、２つ前の断層活動を認定しているが、地層の対比が不明確であり根拠も不十分なため、これらの活動は確実ではない。以上のことから、本断層の最新活動時期は約７千３百年前以後であったとしか言えない。

・坂山断層坂山地点

大分県（2000）は、玖珠郡玖珠町坂山（さかいやま）付近においてトレンチ調査を行い、断層沿いの亀裂に鬼界アカホヤ火山灰層を含む土壌が落ち込んでいることを確認している。また、大分県（2000）は、これらの構造が約５千－４千９百年前の ^{14}C年代値が得られている黒ボク土壌に覆われることから、この年代以後には活動していないとしているが、トレンチ壁面のスケッチからはこれを確認するのは困難である。以上のことから、本断層の最新活動時期は約７千３百年前以後としか言えない。

・飛岳５断層飛岳５地点

大分県（2000）は、大分郡湯布院町若杉（わかすぎ）北方の飛岳５断層の断層露頭にて、断層が鬼界アカホヤ火山灰層を変位させていることを確認している。したがって、本断層の最新活動時期は約７千３百年前以後であったと推定される。

・若杉断層若杉地点

大分県（2000）は、大分郡湯布院町若杉においてトレンチ調査を行い、断層が鬼界アカホヤ火山灰層を変形させていることを確認している。さらに、大分県（2000）は、その下位の２層準の約９千７百－９千５百年前の ^{14}C年代値が得られたくさび状礫層をイベント堆積物とみなし、この層準より後とそれ以前の２回の活動を推定している。しかし、このくさび状礫層は不明瞭で地層区分の客観性に欠けるため、これらの活動の時期を確実に限定することはできないと判断される。以上のことから、本断層の最新活動時期は約７千３百年前以後であったとしか言えない。

２）先史時代・歴史時代の活動

別府湾－日出生断層帯の近傍で発生した歴史地震としては、別府湾沿岸周辺で大きな被害をもたらした、1596 年（慶長元年）の別府湾の地震（慶長豊後地震；マグニチュード 7.0±1/4）が知られており、この地震発生時には現在の大分市沖に存在した瓜生（うりう）島（府内から約４km 離れていた「沖の浜」という港町を指す）が津波により水没したとされている（宇佐美，2003）。さらに、この地震では、府内（現在の大分市）周辺の別府湾で家屋流出等の被害が生じ、周辺の

由布院や佐賀関でも山崩れ等の被害があった。よって、この地震は、別府湾－日出生断層帯東部の活動によることが示唆される。なお、別府湾－日出生断層帯周辺では、その他の被害地震は知られていない。

以上の調査結果をまとめると、別府湾－日出生断層帯東部の最新活動時期は、1596 年の慶長豊後地震であったと推定される（注 15)。１つ前の活動時期は約２千２百年前以後、３世紀以前、２つ前の活動時期は約４千６百年前以後、約３千６百年前以前、３つ前の活動時期は約６千年前以後、約５千３百年前以前、４つ前の活動時期は約７千３百年前以後、約５千８百年前以前であった可能性がある（図 19、20)。

別府湾－日出生断層帯西部の最新活動時期は、約７千３百年前以後、６世紀以前と推定され、少なくとも約２万８千年前以後、約８千８百年前以前の間に１つ前の活動を含む複数回の活動があった可能性がある（図 19、20)。

（３）１回の変位量（ずれの量）（注 11）

〈東部〉

大分県（2001）は、別府湾－日出生断層帯東部の別府湾中央断層における断層を挟んだ地層の高度差から、１回の活動に伴う上下変位量は２－3.5 m 程度としている。また、島崎ほか（1990）は別府湾中央断層において、鬼界アカホヤ火山灰層に約 20 mの上下変位があるとしていることから（図６)、鬼界アカホヤ火山灰降下より後に５回の活動があった可能性があること（前述）を考慮すると、１回の活動に伴う上下変位量は４m程度であると求められる。

以上のことから、１回の活動に伴う上下変位量は、４m 程度であった可能性がある。

なお、別府湾－日出生断層帯東部の長さ約 43 km からは、松田（1975）の経験式（１)、（２）を用いると、１回の活動に伴う変位量は約 3.4 m と求められ、島崎ほか（1990）から得られる結果と大きく矛盾しない。

用いた経験式は次の式である。ここで、Ｌは断層の長さ（km)、Mはマグニチュード、Ｄは１回の活動に伴う変位量（m）である。

$$\mathrm{Log}\,L = 0.6\,M - 2.9 \qquad (1)$$

$$\mathrm{Log}\,D = 0.6\,M - 4.0 \qquad (2)$$

〈西部〉

別府湾－日出生断層帯西部では、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。

一方、別府湾－日出生断層帯西部の長さが約 32 km であることから、上述の経験式（１)、（２）を用いると、１回の活動に伴う変位量は約 2.5 m と計算される。

以上のことから、１回の活動に伴う上下変位量は、２－３m 程度であった可能性がある。

（４）活動間隔

〈東部〉

別府湾－日出生断層帯東部においては、２．１．２（２）で述べた過去５回の活動時期から、平均活動間隔は約１千３百年－１千７百年であった可能性がある。なお、東部の全調査地点で確

認されている最近２回の時期を用いると、約１千３百年－１千８百年と求められ、過去５回の活動から求めた値とほぼ同じとなる。

〈西部〉

別府湾－日出生断層帯西部においては、２．１．２（２）で述べた過去２回の活動時期からは、平均活動間隔は約２万７千年以下としか言えない。一方、２．１．２（１）のように平均変位速度が 0.１－0.2 ｍ／千年程度、１回のずれの量が２－３m 程度（計算値は 2.5m）の可能性があることから、活動間隔は１万３千－２万５千年程度と求められる。したがって、別府湾－日出生断層帯西部の平均活動間隔は、１万３千－２万５千年程度であった可能性がある。

（５）活動区間

最新活動（1596 年の慶長豊後地震）時には、別府湾－日出生断層帯東部のみが活動したと推定されていることから、少なくとも最新活動時には別府湾－日出生断層帯東部と別府湾－日出生断層帯西部が別々に活動したと推定される。

（６）測地観測結果

別府湾－日出生断層帯における 1994 年までの約 100 年間の測地観測結果では、断層帯の周辺で北東－南西方向のわずかな伸びが見られる。

また、1985 年からの約 10 年間では、断層帯の周辺で北東－南西方向のわずかな伸びが見られる。

最近３年間のＧＰＳ観測結果では、断層帯西部で東西方向のわずかな縮みが見られる。

（７）地震観測結果

最近約７年間の地震観測結果によると、別府湾－日出生断層帯付近の地震活動は東部と西部の境界付近で活発であり、他の地域では低調である。別府湾－日出生断層帯周辺における地震発生層の下限の深さは約 15 km である。

なお、伽藍岳付近では、深さ約 15 km から地表までの震源の連なりがある。また、別府湾－日出生断層帯の東部と西部の境界付近では深さ約 20－30 km で低周波地震が発生している。

２．１．３　別府湾－日出生断層帯の将来の活動

（１）将来の活動区間及び地震の規模

別府湾－日出生断層帯は、東部と西部がそれぞれ単独で活動すると推定される。東部が単独で活動した場合、断層帯の長さが約 43 km であることから、経験式（１）及び（２）を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード 7.6 の可能性があり、その際には、主として断層の北側が南側に対して、相対的に４m 程度隆起する可能性がある。西部が単独で活動した場合、断層帯の長さが約 32 km であることから、経験式（１）及び（２）を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード 7.3 と推定され、その際には、主として断層の北側が南側に対して、相対的に２－３m 程度隆起する可能性がある。

なお、別府湾－日出生断層帯全体が同時に活動する場合、断層帯の長さが約 76 km であることから経験式（１）を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード 8.0 の可能性があるが、火

山地域に分布する断層帯であることを考慮すると、「今後に向けて」に記述したような事項に留意する必要がある。

（２）地震発生の可能性

別府湾－日出生断層帯東部は、平均活動間隔が約１千３百－１千７百年の可能性があり、最新活動時期が 1596 年（慶長元年）の慶長豊後地震と推定されていることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は、0.2－0.3 となり、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、α＝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、それぞれほぼ０％、ほぼ０％、ほぼ０％－0.004%、0.01%－0.7%となる。また、現在までの集積確率は、ほぼ０％となる。

別府湾－日出生断層帯西部は、平均活動間隔が１万３千－２万５千年程度の可能性があり、最新活動時期が約７千３百年前以後、６世紀以前であったと推定されていることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は、0.06－0.6 となり、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、α＝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、それぞれほぼ０％－0.05%、ほぼ０％－0.08%、ほぼ０％－0.2%、ほぼ０％－0.6%となる。また、現在までの集積確率は、ほぼ０％－１％となる。

表 10 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。

なお、別府湾－日出生断層帯全体が同時に活動する場合の地震発生の確率は、東部もしくは西部が単独で活動する場合の確率を超えないものと考えられる。

２．２　大分平野－由布院断層帯

２．２．１　大分平野－由布院断層帯の位置及び形態

（１）大分平野－由布院断層帯を構成する断層

大分平野－由布院断層帯は、大分県大分市から別府市等を経て、玖珠郡玖珠町南東部まで、ほぼ東西方向に延びる断層帯であり、おおむね東から、三佐（みさ）断層、志村断層、府内（ふない）断層、堀田（ほりた）－朝見川（あさみがわ）断層、由布院断層などから構成される。大分平野－由布院断層帯は、平均変位速度や過去の活動時期から、東部（三佐断層、志村断層、府内断層、堀田－朝見川断層など）と、西部（由布院断層など）に区分される（図２－１、図２－２）。以下、東部と西部に分けて記述する。

（２）断層面の位置・形状

大分平野－由布院断層帯の長さは、図２に示された断層帯の西端と東端を直線で結ぶと、断層帯全体、東部、西部でそれぞれ約 40 km、27 km、14 km となる。断層帯全体の走向はほぼ東西であるが、東部はN80° W、西部はN80° Eである。

断層面上端の深さは、断層変位が地表に達していることから東部、西部ともに０km とした。

断層面の傾斜は、東部については、大分県（2000, 2001, 2002）及び千田ほか（2004）が大分市街地の大野川沿い、芸術会館付近及び府内城付近で行った反射法弾性波探査結果（図 10）から、深さ約１km 以浅では高角度で北傾斜と推定される。また、西部については、断層露頭に認めら

れる断層の傾斜、断層変位地形の特徴などから、地表付近では高角度で北傾斜と推定される。

断層面の幅は、東部については地震発生層の下限の深さが約 15 km と推定されることから、断層面の傾斜が地下深部でも同様であるとすれば、15 km 程度の可能性がある。一方、西部については、地震発生層の下限の深さが約 15 km と推定されることから、断層面の下端の深さは 15ｋｍ程度と推定されるが、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 11）

大分平野－由布院断層帯は、断層変位地形や断層露頭などから、東部、西部ともに、主として南側が相対的に隆起する正断層と推定される。なお、断層帯西端部の由布院断層では、断層面に認められる断層条線の方向から、右横ずれ変位を伴う可能性が指摘されている（大分県，2000）。

２．２．２　大分平野－由布院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）（注 11）

〈東部〉

ａ）三佐（みさ）断層

大分県（2002）は、大分市の大野川河口右岸付近で反射法弾性波探査及びボーリング調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層が 26.5－30 m 相対的に南側隆起していることを認めている。この結果から、本断層の平均上下変位速度は、3.6－4.1 ｍ／千年であったと求められる。なお、大分県（2002）は、完新世海成層基底の変位量からも平均上下変位速度を求めているが、信頼性が劣ると考えられるため、本評価では採用しない。

ｂ）志村断層

大分県（2002）は、大分市の大野川右岸（大在大橋付近）で反射法弾性波探査及びボーリング調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層が１－２m 相対的に南側隆起していることを認めている。この結果から、平均上下変位速度は 0.14－0.27 ｍ／千年であったと求められる。また、日岡地点（大分市日岡（ひおか）一丁目）においても、大分県（2002）は反射法弾性波探査及びボーリング調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層が 10.5 m 相対的に南側隆起していることを認めている。この結果から、本断層の平均上下変位速度は、1.4 ｍ／千年であったと求められる。

ｃ）府内断層

・芸術会館地点

大分県（2002）は、大分市古ヶ鶴（こがづる）一丁目の芸術会館地点において反射法弾性波探査及びボーリング調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層が 4.2 m 相対的に南側隆起していることを認めている。この報告と、千田ほか（2003）がこの隆起量を５m としていることも考慮すれば、平均上下変位速度は 0.58－0.68 ｍ／千年と求められる。

・大分川左岸地点

大分県（2002）は、大分市長浜３丁目の大分川左岸地点において反射法弾性波探査及びボーリング調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層が相対的に南側隆起していることを認めている。千田ほか（2003）がこの隆起量を 16 m としていることによれば、平均上下変位速度は 2.2 ｍ／千年で

あったと求められる。

・府内城址地点

大分県（2001）は、大分市城崎（しろさき）町２丁目の府内城址地点における反射法弾性波探査及びボーリング調査の結果から、鬼界アカホヤ火山灰層が相対的に南側隆起していることを認めている。千田ほか（2003）がこの隆起量を 16 m としていることによれば、平均上下変位速度は 2.2 m／千年であったと求められる。

また、千田（1998）は、既存ボーリング資料を調査し、鬼界アカホヤ火山灰層が 28 m 相対的に南側隆起していることから、平均上下変位速度を 3.8 m／千年としている。しかし、千田（1998）が示した既存ボーリング資料は鬼界アカホヤ火山灰層の堆積状態などの情報が十分でないため、この値は参考扱いとする。

なお、大分県（2002）は、完新世海成層基底の変位量からも平均変位速度を求めているが、この値は、変位量の算出基準が明示されていないことから信頼性が低いと考えられるため、本評価においては採用しない。

ｄ）堀田－朝見川断層

首藤・日高（1971）は、乙原（おとばる）面（阿蘇４火山灰層相当：注 12，約９万－８万５千年前）が断層により 170 m 変位しているとした。このことから、平均上下変位速度は 2.0 m／千年程度であったと推定される。ただし、断層の沈降側における乙原面の対比の根拠は不明であるので、その信頼性は高くない。

また、千田（1995）及び大分県（1999）は、堆積物中に鬼界アカホヤ火山灰層を含む扇状地面に 30－35 m 以上の相対的な南側隆起の変位があるとして、平均上下変位速度を 4.1－4.8 m／千年以上とした。

さらに、大分県（2000）は、朝見地点のボーリング調査を行い、陸成堆積物に挟まれた鬼界アカホヤ火山灰層が海面下 17－18 m に分布していることを見出した。鬼界アカホヤ火山灰層堆積時の海面高度を考慮すると、20 m 程度沈降したと考えられるので、本断層の平均上下変位速度は 2.7 m／千年程度であったと求められる。

大分県（2000）は、堀田地点のボーリング調査から、扇状地堆積物に挟まれる鬼界アカホヤ火山灰層に 19 m の高度差を認めている。扇状地面の傾斜を考慮すると、上下変位量は約 25－31 m となり、平均上下変位速度は約 3.4－4.2 m／千年であったと求められる。

以上を総合すると、東部の平均上下変位速度は２－４m／千年程度であったと推定される。

〈西部〉

大分県（2000）が由布院断層におけるトレンチ調査及び露頭調査により、鬼界アカホヤ火山灰層に約 10 m の相対的な南側隆起が認められるとしていることから、平均上下変位速度は約 1.4 m／千年と求められる。しかし、鬼界アカホヤ火山灰層の変位量が、断層の隆起側で、沈降側の上位約 10m に一様に分布しているとすることは根拠に乏しいので、この値は参考扱いとする。

また、由布院断層では、約 20 万年前に噴出した水口山溶岩に 140 m の相対的な南側隆起が認められること（活断層研究会編，1991）から、平均上下変位速度は約 0.7 m／千年と求められる

が、溶岩形成時の地形の起伏が不明のため、参考扱いとする。

以上より、西部の平均上下変位速度については、個々の資料の信頼性が十分に高いとは言えないため、不明とする。ただし、平均変位速度が１m／千年程度を上回る可能性が示唆されることには留意する必要がある。

（２）活動時期

１）地形・地質的に認められた過去の活動

〈東部〉

ａ）　三佐断層大野川右岸河口地点

大分県（2002）は、大分市下志村（しもしむら）において、三佐断層を挟んで両側でボーリングを行い（図11）、得られたコア試料の^{14}Ｃ年代値による地層対比による層厚の変化や貝化石分析による地層の堆積環境の推定から、鬼界アカホヤ火山灰層より上位の地層層準において、最新活動（約１千－３百年前）を含む複数回の断層活動を推定している。しかしながら、貝化石分析により推定された地層の堆積環境の変化で断層の活動時期を特定することは信頼性に乏しく、断層活動以外の原因も考えられることや三佐断層以外の断層の活動による可能性も否定できないため、ここでは層厚の変化が明瞭に認められる上下の地層から得られた^{14}Ｃ年代値を根拠として断層の活動時期を判断した。さらに、大分県（2002）による最も下位の層準については、層厚の変化が不明瞭なため信頼性に乏しく本評価では採用しない。その結果、最新活動時期は約３千６百年前以後、１つ前の活動時期は約４千５百年前以後、約３千４百年前以前であったと推定される。

ｂ）　志村断層

・大野川右岸地点

大分県（2002）は、大分市下志村（しもしむら）の志村断層において、断層を挟んだ両側でボーリング調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層に落差が認められ、最上部の細礫層基底には落差が認められないことから、それらの間に断層活動を認定している。細礫層の上部の陸成粘土層から、６－７世紀の^{14}Ｃ年代値が得られていることから、最新活動時期は、約７千３百年前以後、７世紀以前であったと推定される。

・日岡地点

大分県（2002）は、大分市松原町日岡の志村断層において、断層を挟んだ両側でボーリング調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層に落差が認められるが、最上部の細礫層基底には落差が認められないことから、それらの間に断層活動を認定している。細礫層の上部の陸成粘土層から、６－７世紀の^{14}Ｃ年代値が得られていることから、最新活動時期は、約７千３百年前以後、約７世紀以前であったと推定される。

ｃ）　府内断層

・大分川左岸地点

大分県（2001）は、大分市長浜町舞鶴橋付近の大分川左岸地点においてボーリング調査を行い、

得られたコア中で約２千８百－２千４百年前及び約２千４百－２千２百年前の^{14}Ｃ年代値を示す地層が断層で切断されていることを確認している（図12）。このことから、最新活動時期は、約２千４百年前以後であったと推定される。

また、大分県（2001）は、鬼界アカホヤ火山灰層の上位の地層に、その上部の砂礫層よりも大きな落差が認められることから、１つ前の断層活動を認定している。よって、１つ前の活動時期は、約７千３百年前以後、約２千４百年前以前であったと推定される。

・府内城址地点

大分県（2001，2002）は、大分市城崎（しろさき）町二丁目において府内断層を挟んでボーリング調査を行い（図13）、得られたコア試料の^{14}Ｃ年代値による地層対比による層厚の変化や貝化石分析による地層の堆積環境の推定から、鬼界アカホヤ火山灰層より上位の３層準において、断層の活動を認定している。大分県（2001，2002）では、地層の堆積環境の変化から、これらの断層の活動時期を約２千３百年前、約５千６百年前、及び約７千３百年前以後、約６千７百年前以前としている。しかしながら、貝化石分析により推定された地層の堆積環境の変化で断層の活動時期を特定することは信頼性に乏しく、断層活動以外の原因も考えられることや府内断層以外の断層の活動による可能性も否定できないため、ここでは層厚の変化が明瞭に認められる上下の地層から得られた^{14}Ｃ年代値と鬼界アカホヤ火山灰層の年代を根拠として断層の活動時期を判断した。その結果、最新活動時期は約２千５百年前以後、６世紀以前、１つ前の活動時期は約６千４百年前以後、２つ前の活動時期は約７千３百年前以後、約６千７百年前以前であったと推定される。

ｄ）堀田－朝見川断層

・朝見地点

大分県（2000）は、別府市朝見（あさみ）１丁目付近においてボーリング調査を行い、陸成堆積物中に挟まれる由布岳１火山灰（約２千２百年前降下：注12）層が海面下２－３mに分布することから、断層活動を認定している。したがって、最新活動時期は、由布岳１火山灰の年代から、約２千２百年前以後であったと推定される。

・堀田地点

大分県（1999）は、別府市堀田（ほりた）において鶴見岳溶岩流が断層によって変位していることから断層活動を認定している。溶岩流の下位の地層から５－６世紀の^{14}Ｃ年代値が得られていることから、最新活動時期が５世紀以後であることが示唆される。また、小林（1984）は、鶴見岳の火山活動と古文書や遺跡との関係から、断層に変位されている鶴見岳溶岩流の年代が約１千５百－１千２百年前であったと示唆されるとしている。しかしながら、これらの報告は、溶岩形成時の地形の起伏が不明であり、この場所が溶岩流の末端である可能性が高いため、断層による変位と特定することはできないことから、参考扱いとする。

〈西部〉

大分県（2000）は、大分郡湯布院町津江（つえ）にて断層露頭及びトレンチ調査（由布院断層由布院１地点：第１トレンチ）を行い（図14）、扇状地礫層①を変位させる断層を確認している。

大分県（2000）は、扇状地礫層①の変位量とそれを傾斜不整合で覆う２層の変位量の差を認め、約２千年前以後に最新活動を含む２回の断層活動があったと報告している。一方、大分県（2000）のスケッチからは、２層が断層に切られていることから、２層堆積より後に最新活動があったことが読みとれる。さらに、断層による６a層の引きずり変形を２層が覆うことから、６a層堆積より後、２層堆積より前に１つ前に断層の活動があったと判断できる。６a層からは約２千年前－１世紀の^{14}Ｃ年代値が得られていることから、約２千年前以後に最新活動を含む２回の断層活動があった可能性がある。

また、変位量の累積から判断すると、鬼界アカホヤ火山灰層堆積（約７千３百年前）より後、扇状地礫層①の堆積（約１千９百年前）より前にも、少なくとも１回の活動があった可能性がある。

さらに、大分県（2000）は、大分郡湯布院町石松（いしまつ）でのトレンチ調査（由布院２地点：第２トレンチ）で鬼界アカホヤ火山灰層を変位させる断層を確認している。このことから、最新活動時期が約７千３百年前以後であったと推定される。

２）先史時代・歴史時代の活動

大分平野－由布院断層帯の近傍で発生した歴史地震としては、1596 年（慶長元年）の別府湾の地震（慶長豊後地震；マグニチュード 7.0±1/4）及び 1703 年（元禄 16 年）の由布院・庄内の地震（マグニチュード 6.5±1/4）が知られている（宇佐美，2003）が、大分平野－由布院断層帯との関連は不明である。

また、1703 年の地震以後は、大分平野－由布院断層帯周辺では地殻内を震源とする浅発の被害地震が知られていないことから、大分平野－由布院断層帯は 18 世紀初頭以後約３百年間活動していない可能性が高い。

以上の調査結果をまとめると、大分平野－由布院断層帯東部の最新活動時期は、約２千２百年前以後、６世紀以前、１つ前の活動時期は約４千５百年前以後、約３千４百年前以前、２つ前の活動時期は約７千３百年前以後、約６千７百年前以前であったとそれぞれ推定される（図19、20）。

また、大分平野－由布院断層帯西部では、約２千年前以後、18世紀初頭以前に２回の活動があった可能性があるが、最新活動及び１つ前の活動時期をこれ以上限定することはできない。さらに、約７千３百年前以後、約１千９百年前以前にも少なくとも１回の活動があった可能性がある（図19、20）。

（３）１回の変位量（ずれの量）（注 11）

〈東部〉

大分県（2001，2002）は、三佐断層大野川右岸地点における最新活動時の上下変位量が約 4.4－4.6 m、府内断層大分川左岸地点における最新活動時の上下変位量が約 4.4 m であると報告している。さらに、大分県（2002）は、府内断層府内城址地点における最新活動時及び１つ前の活動時の上下変位量が約 9.3 m であると報告していることから、１回の活動に伴う上下変位量は約 4.6 m と求められる。

一方、大分平野－由布院断層帯東部の長さが約 27 km であることから、前述の経験式から１回の上下変位量を求めると約 2.1 m と求められる。

以上のことから、大分平野－由布院断層帯東部の１回の活動に伴う上下変位量は、大分県の調査結果と経験式から得られた値の総合判断とし、２－５m 程度であったと推定される。

〈西部〉

由布院断層（由布院１地点トレンチ）における過去２回分の活動に相当する変位量が３－４m とされている（大分県，2000）ことから、１回の活動に伴う上下変位量は約 1.5－2.0 m と求められる。一方、大分平野－由布院断層帯西部の長さが約 14 km であることから、前述の経験式から 1 回の上下変位量は約 1.1 mと求められる。

以上のことから、大分平野－由布院断層帯西部の１回の活動に伴う上下変位量は、大分県の調査結果と経験式から得られた値の総合判断とし、１－２m 程度であった可能性がある。

（４）活動間隔

〈東部〉

大分平野－由布院断層帯東部の平均活動間隔は、２．２．２（２）で述べた過去３回の活動時期から、約２千３百－３千年と推定される。

なお、平均的なずれの速度（２－３m／千年程度）と１回のずれの量（２－５m）からは、７百－２千５百年程度と求められ、概ね整合的である。

〈西部〉

大分平野－由布院断層帯西部の平均活動間隔は２．２．２（２）で述べた過去２回の活動時期から、約７百－１千７百年であった可能性がある。

なお、平均的なずれの速度（１m／千年程度と仮定した場合）と１回の変位量（１－２m 程度）からは、１千－２千年程度と求められ、概ね整合的である。

（５）活動区間

２．２．２（２）及び（４）で示した大分平野－由布院断層帯の過去の活動と活動間隔から、東部と西部が別々に活動したと推定される。

（６）測地観測結果

大分平野－由布院断層帯における 1994 年までの約 100 年間の測地観測結果では、断層帯の周辺で北東－南西方向のわずかな伸びが見られる。

また、1985 年からの約 10 年間では、断層帯東部で南北方向のわずかな伸びが見られる。

最近３年間のＧＰＳ観測結果では、断層帯周辺で東西方向のわずかな縮みが見られる。

（７）地震観測結果

最近 7 年間の地震観測結果によると、大分平野－由布院断層帯付近の地震は西部で活発、東部で低調である。大分平野－由布院断層帯周辺における地震発生層の下限の深さは約 15 km である。

なお、鶴見岳付近では深さ約 15 km から地表までの震源の連なりが見られ、また、深さ約 20－25 km で低周波地震が発生している。

２．２．３　大分平野－由布院断層帯の将来の活動

（１）将来の活動区間及び地震の規模

大分平野－由布院断層帯は、東部と西部がそれぞれ別々に活動すると推定される。東部が単独でのみが活動した場合、断層帯の長さが約 27 km であることから、経験式（１）及び（２）を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード 7.2 の可能性があり、その際には相対的に２－５ m 程度南側が隆起すると推定される。西部が単独で活動した場合、断層帯の長さが約 14 km であることから、経験式（１）及び（２）を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード 6.7 の可能性があり、その際には相対的に１－２ m 程度南側が隆起する可能性がある。

なお、大分平野－由布院断層帯全体が同時に活動した場合、断層帯の長さが約 40 km であることからから、経験式（１）を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード 7.5 の可能性があるが、火山地域に分布する断層帯であることを考慮すると、「今後に向けて」に記述したような事項に留意する必要がある。

（２）地震発生の可能性

大分平野－由布院断層帯東部は、平均活動間隔が約２千３百－３千年、最新活動時期が約２千２百年前以後、６世紀以前であったと推定されていることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は、0.5－1.0 となり、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、α＝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 0.03％－４％、0.06％－７％、0.1％－10％、１％－40％となる。また、現在までの集積確率は、0.08％－50％となる（表４）。

大分平野－由布院断層帯西部は、平均活動間隔が約７百－１千７百年、最新活動時期と１つ前の活動時期が約５世紀以後、約 18 世紀初頭以前であった可能性があるが、最新活動時期をこれ以上限定することができなかった。このため、上記のようなマグニチュード 6.7 程度の地震が発生する長期確率を更新過程（地震の発生確率が時間と共に変動するモデル）を用いて評価することはできない。地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）は、地震の発生確率を求めるに当たって、通常の活断層評価で用いている更新過程が適用できない場合には、特殊な更新過程であるポアソン過程（地震の発生時期に規則性を考えないモデル）を適用せざるを得ないとしている。信頼度の低い平均活動間隔を用いた計算であることに十分留意する必要があるが、大分平野－由布院断層帯西部では、平均活動間隔が約７百－１千７百年であることを基に、ポアソン過程を適用して地震発生確率を求めると、今後 30 年以内、50 年以内、100 年以内及び 300 年以内の地震発生確率は、それぞれ２％－４％、３％－７％、６％－10％及び 20％－30％となる（表４）。

表 11 に大分平野－由布院断層帯東部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。

本評価で得られた地震発生の長期確率には幅があるが、その最大値をとると、大分平野－由布院断層帯は東部及び西部ともに、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。

なお、大分平野－由布院断層帯全体が同時に活動する場合の地震発生の確率は、東部もしくは西部がそれぞれ単独で活動する場合の確率を超えないものと考えられる。

２．３　野稲岳（のいねだけ）－万年山（はねやま）断層帯

２．３．１　野稲岳－万年山断層帯の位置及び形態

（１）野稲岳－万年山断層帯を構成する断層

野稲岳－万年山断層帯は、大分県大分郡湯布院町から日田（ひた）郡大山町（おおやままち）まで、ほぼ東西方向に延びる断層帯であり、おおむね東から、野稲岳断層群、猪牟田（ししむた）断層、万年山断層及び花香（はなが）断層などから構成される（図２－２）。

（２）断層面の位置・形状

野稲岳－万年山断層帯の長さは、図２－２に示された断層帯の西端と東端を直線で結ぶと、断層帯全体で約 30 km、一般走向はほぼ東西方向となる。

断層面上端の深さは、断層変位が地表に達していることから０ km とした。

断層面の傾斜は、断層露頭に認められる断層の傾斜、断層変位地形の特徴などから、地表付近では主として高角度南傾斜と推定される。

断層面の下端の深さは、地震発生層の下限の深さが 10 km 程度と推定されることから、10 km 程度と推定されるが、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 11）

野稲岳－万年山断層帯は、断層変位地形や断層露頭などから、主として北側が相対的に隆起する正断層と推定される。

２．３．２　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）（注 11）

万年山断層では、断層を挟んで分布する約 53 万年前（磯・池田, 1979 によるフィッショントラック年代）に噴出したとされている万年山溶岩が作る平坦面に、290 m の相対的な北側隆起の変位があること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は約 0.55 m／千年であったと求められる。

なお、以下については、溶岩の分布を変位基準としているが、溶岩形成時の地形の起伏が不明のため、参考扱いとする。

野稲岳断層群（水分（みずわけ）断層）では、約 42 万年前に噴出したとされている野稲岳溶岩に 50 m 相対的な北側隆起の変位があること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は約 0.12 m／千年であったと求められる。また、花香断層では、約 53 万年前に噴出したとされている万年山溶岩に 50 m の相対的な北側隆起の変位があること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は約 0.11 m／千年であったと求められる。

以上より、野稲岳－万年山断層帯の平均上下変位速度は 0.6 m／千年程度であった可能性がある。

（２）活動時期

１）地形・地質的に認められた過去の活動

野稲岳断層群水分断層水分地点

大分県（2004）は、玖珠郡九重町（ここのえまち）野矢（のや）の野稲岳断層群水分断層においてトレンチ調査を行い、トレンチ壁面の断層が３層を切り、九重Ｂ火山灰層に覆われていることから、断層活動を認定している（図 15)。３層からは約３千９百－３千８百年前、九重 B 火山灰層の上位からは５－６世紀の ^{14}Ｃ年代値が得られていることから、最新活動時期は約３千９百年前以後、６世紀以前であったと推定される。

さらに、大分県（2004）は、7 層の基底と鬼界アカホヤ火山灰層（５層中）の間に変位量の差があるとして、1 つ前の活動を認定している。しかし、スケッチからは変位量の差は小さく、どの断層線を挟んで判断したかを読み取れないため、本評価に採用することはできない。

なお、野稲岳－万年山断層帯においては以下の報告もあるが、参考扱いとする。

大分県（2003）は、玖珠郡九重町滝上（たきがみ）南西方の野稲岳断層群鹿伏（かぶし）断層（鹿伏地点)においてピット調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層に亀裂及び小断層を認めている。しかし、これが断層変位によるものかどうかは不明であるので、本地点の調査結果から活動時期を限定することはできない。

大分県（2003）は、玖珠郡九重町寺床北西方の滝上（たきがみ）南断層（滝上南地点）においてトレンチ調査を行い、ローム層上面が盛り上がるように変形していることを確認している。しかし、この変形は不明瞭であることや鬼界アカホヤ火山灰層に変位が認められないことから、断層変位によるものとは言い切れず、本地点の調査結果から活動時期を限定することはできない。

大分県（2004）は、玖珠郡九重町作草（さくそう）北方の猪牟田断層（猪牟田地点）において行われた国土交通省筑後川工事事務所（2001）によるトレンチ調査結果を引用し、断層が九重第１テフラ層（約５万年前：注 12）を切り、鬼界アカホヤ火山灰層には変位が認められなかったとしている。しかし、断層を覆う K 層は鬼界アカホヤ火山灰層の再堆積であることから、この調査結果から活動時期を限定することはできない。

大分県（2003）は、日田郡天瀬町（あまがせまち）五馬市（いつまいち）の万年山断層群（五馬市断層）五馬市地点において、万年山溶岩を変位させる断層露頭を報告している。しかし、万年山溶岩とその上位の堆積物との関係が不明であるので、この調査結果から活動時期を限定することはできない。

２）先史時代・歴史時代の活動

野稲岳－万年山断層帯周辺で発生した被害地震としては、1975 年大分県中部地震（マグニチュード 6.4；2.4.2(7)参照）があるが、地震の規模がやや小さいため、野稲岳－万年山断層帯で発生する固有規模の地震ではないと判断される。その他に野稲岳－万年山断層帯周辺で発生した被害地震は知られていない。

以上をまとめると、野稲岳－万年山断層帯の最新活動時期は約３千９百年前以後、６世紀以前と推定される（図 19)。

（３） １回の変位量（ずれの量）（注 11）

野稲岳－万年山断層帯においては、１回の活動に伴う上下変位量を示す直接的な資料は得られていない。

一方、野稲岳－万年山断層帯の長さは約 30 km であることから、前述の経験式（１）、（２）を用いると、１回の活動に伴う変位量は約 2.4 m と計算される。

以上のことから、野稲岳－万年山断層帯の１回の活動に伴う上下変位量は２－３m 程度であった可能性がある。

（４）活動間隔

野稲岳－万年山断層帯の活動間隔に関する直接的な資料は得られていない。

一方、野稲岳－万年山断層帯の平均的なずれの速度が 0.6 m／千年程度であることと、１回の変位量が２－３m（計算値は約 2.4 m）と求められていることから、平均活動間隔は４千年程度であった可能性がある。

（５）活動区間

野稲岳－万年山断層帯は断層がほぼ連続的に分布することから、松田（1990）の基準に基づけば全体が１つの区間として活動したと推定される。

（６）測地観測結果

野稲岳－万年山断層帯における 1994 年までの約 100 年間の測地観測結果では、断層帯の東部で南北方向のわずかな伸びが見られる。

また、1985 年からの約 10 年間では、顕著な歪は見られない。

最近３年間のＧＰＳ観測結果では、断層帯周辺で東西方向のわずかな縮みが見られる。

（７）地震観測結果

最近７年間の地震観測結果によると、野稲岳－万年山断層帯付近の地震活動は低調である。野稲岳－万年山断層帯周辺における地震発生層の下限の深さは 10 km 程度である。

２．３．３　野稲岳－万年山断層帯の将来の活動

（１）将来の活動区間及び地震の規模

野稲岳－万年山断層帯は、全体が１つの活動区間として活動すると推定される。この場合、断層帯の長さが約 30 km であることから、経験式（１）、（２）を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード 7.3 程度と推定され、その際に断層の北側が南側に対して相対的に２－３m 程度高くなる段差を生じる可能性がある。

（２）地震発生の可能性

野稲岳－万年山断層帯東部は、平均活動間隔が４千年程度の可能性があり、最新活動時期が約３千９百年前以後、６世紀以前であったと推定されていることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は、0.4－1.0 となり、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、α =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、それぞれほぼ０％－３％、ほぼ０％－４％、0.001％－９％、0.02％－20％となる。また、現在までの集積確率は、ほぼ０％－50％となる（表６）。

表 12 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。本評価で得られた地震発生の長期確率には幅があるが、その最大値をとると、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（注４）に属することになる。

２．４　崩平山（くえのひらやま）－亀石山断層帯

２．４．１　崩平山－亀石山断層帯の位置及び形態

（１）崩平山－亀石山断層帯を構成する断層

崩平山－亀石山断層帯は、大分県大分郡庄内町から熊本県阿蘇郡小国（おぐに）町等を経て日田郡大山町まで、ほぼ東西方向に延びる断層帯であり、おおむね東から、崩平山（くえのひらやま）断層群、熊の墓（くまのはか）断層、須久保撓曲、高柳断層、菅原断層、吉武山（よしぶやま）断層、亀石山断層などから構成される（図２－２）。

（２）断層面の位置・形状

崩平山－亀石山断層帯の長さは、図２－２に示された断層帯の東端と西端を直線で結ぶと、断層帯全体で約 34 km、一般走向はほぼ東西方向となる。

断層面上端の深さは、断層変位が地表に達していることから０ km とした。

断層面の傾斜は、断層露頭で認められる断層の傾斜、断層変位地形の特徴などから、地表付近では高角度で北傾斜と推定される。

断層面の下端の深さは、地震発生層の下限の深さが 10 km 程度と推定されることから、10 km 程度と推定されるが、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 11）

崩平山－亀石山断層帯は、断層変位地形や断層露頭などから、主として南側が相対的に隆起する正断層と推定される。

２．４．２　崩平山－亀石山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）（注 11）

亀石山断層では、断層を挟んで分布する約 34 万年前（大分県，2003 による K－Ar 年代）の亀石山溶岩が作る平坦面に 40－120 m の相対的な南側隆起が報告されていること（大分県，2003）から、平均上下変位速度は約 0.12－0.35 m／千年と求められる。

なお、以下については、溶岩の分布を変位基準としているが、溶岩形成時の地形の起伏が不明のため、参考扱いとする。

崩平山断層群（千町無田（せんちょうむた）断層）では、約 34 万年前に噴出したとされている崩平山溶岩を相対的に 130 m 南側隆起させていること（活断層研究会編，1991）から、平均上下変位速度は約 0.38 m／千年であったと求められる。また、崩平山Ⅲ断層では、崩平山溶岩を相対的に 170 m 南側隆起させていること（九州活構造研究会編，1989）から、平均上下変位速度は

約 0.5 m／千年であったと求められる。

以上より、崩平山－亀石山断層帯の平均上下変位速度は 0.1－0.4 m／千年程度の可能性がある。

（２）活動時期

１）地形・地質的に認められた過去の活動

ａ）熊の墓（くまのはか）断層熊の墓地点

大分県（2004）は、玖珠郡九重町の鹿伏岳南方の熊の墓断層においてトレンチ調査を行い（図 16)、トレンチ壁面の f1 断層が２層（九重Ｂ火山灰）を変位させていることから２層堆積より後に最新活動があったとしている。２層（九重Ｂ火山灰）からは７－８世紀を示す ^{14}Ｃ年代値が得られていることから、最新活動時期は７世紀以後であったと推定される（図 16)。なお、大分県（2004）は１つ前の活動として、f2 断層が約５千８百－５千６百年前の ^{14}Ｃ年代値が得られている４層を切り、約５千１百－４千９百年前の ^{14}Ｃ年代値が得られている３層に覆われることを根拠にしているが、4 層を切る f2 断層が３層のなかで上方に向かってせん滅している可能性があるため、本評価では参考扱いとする。その他に、f3 分岐断層が９層以下を切り８層に覆われることから、ここにも断層活動が認定できる可能性があるが、８層は姶良Ｔｎ火山灰に対比される可能性はあるものの、確実ではないので、この活動の時期を特定することはできない。

ｂ）須久保撓曲須久保地点

大分県（2004）は、玖珠郡九重町花牟礼（はなむれ）の須久保撓曲において断層露頭調査及び群列ボーリング調査を行い（図 17)、撓曲のヒンジ部には最新活動に伴って形成されたと推定される開口割れ目が発達し、九重Ｂ火山灰層まで達していることを報告している。この開口割れ目に落ち込んだ黒ボク土壌から９－11 世紀の ^{14}Ｃ年代値が得られていることから、最新活動時期は９世紀以後であったと推定される。

なお、大分県（2004）は、本地点において上記の活動のほかにも、黒色砂層の層厚の変化等から約１万－１万１千年前の断層活動を認定している。しかし、この層厚の変化は小さく、有意な差があるとは認められないため、断層の活動によるものとは言い切れないことから参考扱いとする。

ｃ）高柳断層高柳地点

大分県 (2004) は、玖珠郡九重町田野 (たの) の高柳断層においてトレンチ調査を行い (図 18)、トレンチ壁面に現れた南側隆起の見かけ逆断層が九重Ｂ火山灰層以下の地層を変位させていることから最新活動を認定している。断層で変位した黒ボク層（九重Ｂ火山灰層）から 13 世紀及び 11－13 世紀の ^{14}Ｃ年代値が得られていることから、最新活動時期は 13 世紀以後であったと推定される。

また、大分県（2004）は、分岐断層が九重Ａ火山灰層を変位させ、橙色スコリア層に覆われることから、ここに１つ前の活動を認定している。ここで、九重Ａ火山灰層の層準からは約５千６百－５千３百年前の ^{14}Ｃ年代値が得られており、橙色スコリア層は暦年で約５千年前とされている段原（だんばら）降下スコリアに対比されるとし、活動時期を約５千６百－５千年前としている。しかしながら、この分岐断層は上方に向かってせん滅している可能性があるため、本評価で

は主断層により変位の累積が明瞭な鬼界アカホヤ火山灰（約７千３百年前）層の堆積より後に活動があったと判断する。また、橙色スコリア層上位からは、約５千５百－５千１百年前の ^{14}C 年代値が得られている。したがって、１つ前の活動時期は約７千３百年前以後、約５千１百年前以前であったと推定される。

なお、崩平山－亀石山断層帯では、以下の報告があるが参考扱いとする。

大分県（2004）は、玖珠郡九重町無田中（むたなか）の崩平７断層においてトレンチ調査を行い、トレンチ壁面の黒ボク土壌に亀裂を、礫混じりローム層中に断層を認めている。しかしながら、断層変位が不明瞭であること、亀裂と断層との関係が不明なことから、活動時期を特定することはできない。

大分県（2003）は、玖珠郡九重町狭間（はざま）の涌蓋山（わいたざん）北東方断層において露頭調査を行い、鬼界アカホヤ火山灰層を変位させる断層を認めている。ここでは、断層を覆う黒ボク土壌から約３千７百－３千５百年前の ^{14}C 年代値が得られているが、これは斜面上に堆積した地層の中の１試料であり、信頼度は低いと考えられる。したがって、本地点の調査結果からは、最新活動時期は約７千３百年前以後としか言えない。

大分県（2003）は、玖珠郡玖珠町麻生釣（あそずる）北方の吉武山断層の断層露頭壁面において、約２万８千年前の ^{14}C 年代値を示す腐植層が変形しているが、その上位の姶良Ｔn 火山灰層は変形していないように見えることから、最新活動時期を約２万８千年前以後としている。ただし、姶良Ｔn 火山灰層の変形の程度が不明瞭であるため、大分県（2003）が指摘している最新活動の時期は確実とは言い切れない。さらに、大分県（2004）は、この断層露頭に隣接した地点においてトレンチ調査を行なっているが、断層は確認されていない。

２）先史時代・歴史時代の活動

崩平山－亀石山断層帯周辺で発生した被害地震としては、1975 年（昭和 50 年）の大分県西部の地震（マグニチュード 6.4；2.4.2(7)参照）があるが、地震の規模がやや小さいため、崩平山－亀石山断層帯で発生する固有規模の地震ではないと判断される。その他に崩平山－亀石山断層帯周辺で発生した被害地震は知られていない。

以上をまとめると、崩平山－亀石山断層帯の最新活動時期は 13 世紀以後、１つ前の活動時期は約７千３百年前以後、約５千１百年前以前であったと推定される（図 19）。なお、崩平山－亀石山断層帯の最新活動時期の最近側の年代については、1975 年の大分県西部の地震より前であることは明らかであるが、断層帯の分布が山岳地域であることから、これ以上絞り込むことができないと判断した。

（３）１回の変位量（ずれの量）（注 11）

崩平山－亀石山断層帯では、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。

一方、崩平山－亀石山断層帯の長さは約 34 km であることから、上述の経験式（１）、（２）を用いると、１回の活動に伴う変位量は約 2.7 m と算出される。

以上のことから、崩平山－亀石山断層帯の１回の活動に伴う上下変位量は３m 程度であった可能性がある。

（４）活動間隔

崩平山－亀石山断層帯の平均活動間隔は、２．４．２（２）で述べた最新活動時期と１つ前の活動時期から約４千３百－７千３百年であった可能性がある。

なお、平均変位速度 0.1－0.4 m／千年程度と１回の変位量３m 程度（計算値 2.7 m）からは、８千－２万７千年程度と求められる。

（５）活動区間

崩平山－亀石山断層帯は断層がほぼ連続的に分布することから、松田（1990）の基準に基づけば全体が１つの区間として活動したと推定される。

（６）測地観測結果

崩平山－亀石山断層帯における 1994 年までの約 100 年間の測地観測結果では、断層帯の周辺で南北方向のわずかな伸びが見られる。

また、1985 年からの約 10 年間では、顕著な歪みは見られない。

最近３年間のＧＰＳ観測結果では、断層帯周辺で東西方向のわずかな縮みが見られる。

（７）地震観測結果

最近約７年間の地震観測結果によると、崩平山－亀石山断層帯付近の地震活動は、中央付近でまとまった活動がある他は低調である。崩平山－亀石山断層帯周辺における地震発生層の下限の深さは 10 km 程度である。

なお、断層帯周辺では、1975 年４月 21 日にマグニチュード 6.4 の地震（最大震度４）が発生している。この地震の発震機構は、北北西－南南東に張力軸を持つ正断層であった。

２．４．３　崩平山－亀石山断層帯の将来の活動

（１）将来の活動区間及び地震の規模

崩平山－亀石山断層帯は、全体が１つの活動区間として活動すると推定される。この場合、断層帯の長さが約 34 km であることから、経験式（１）、（２）を用いると、発生する地震の規模はマグニチュード 7.4 程度と推定され、その際に主として断層の南側が北側に対して３m 程度高くなる段差を生じる可能性がある。

（２）地震発生の可能性

崩平山－亀石山断層帯東部は、平均活動間隔が約４千３百－７千３百年の可能性があり、最新活動時期が 13 世紀以後であったと推定されていることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は、0.2 以下となり、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、α＝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、いずれもほぼ０％となる。また、現在までの集積確率についてもほぼ０％となる（表８）。表 13 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。

３．今後に向けて

別府－万年山断層帯は、火山地域に分布する正断層で、多数の短い断層から構成されている。今回の評価では、これらを断層の走向や変位の向きから４つの断層帯に区分し評価した。これらの断層帯は互いに近接しており、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。例えば、過去の活動時期を見ると別府湾－日出生断層帯東部と大分平野－由布院断層帯東部が短い時間で連続して活動した可能性も示唆されるため、過去の活動について、さらに精度の良い資料を集積する必要がある。

また、既往の評価同様、経験則を当てはめて地震の規模やずれの量の予測を行わざるを得なかったが、別府－万年山断層帯の活動は火山活動とも密接な関係があることも考えられ、この点に関しても今後検討していく必要がある。

さらに、別府－万年山断層帯の東端は、中央構造線断層帯に連続している可能性があることから（図１－２）、これら両断層帯の関係についても検討していく必要がある。

注 11 :「変位」を、１－４頁の本文、８－18 頁の表１、３、５及び７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、５及び７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（たわ）みの成分」よりなる。

注 12 : 姶良 Tn 火山灰（AT）の降下年代値については、日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編（1996）、小池・町田編（2001）等から、25,000 年 BP とし、暦年補正して約２万８千年前とした。

また、鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah）の降下年代値については、町田・新井（2003）に従い、約７千３百年前（暦年補正値）とした。

さらに、由布岳１火山灰（YF-1）、九重第１火山灰（Kj－p1）及び阿蘇４火山灰（Aso-4）の降下年代値については、町田・新井（2003）に従いそれぞれ約２千２百年前、約５万年前及び約９万－８万５千年前とした。

注 13 : 10,000 年 BP よりも新しい炭素同位体年代については、Niklaus（1991）に基づいて暦年補正し、原則として１σの範囲の数値で示した。このうち 2,000 年前よりも新しい年代値は世紀単位で示し、2,000 年前よりも古い年代値については、百年単位で四捨五入して示した。また、10,000 年 BP より古い炭素同位体年代については、Kitagawa and van der Plicht（1998）のデータに基づいて暦年補正し、四捨五入して千年単位で示した。

注 14 : 大分県（1999，2000，2001，2002，2003，2004）では、変位基準の年代の示し方が明記されていないものがある。したがって、本評価においては、その上下の年代測定値を Niklaus（1991）により暦年補正（注 13）した値から、海水のリザーバ効果を考慮して、400 年新しくした値を採用した。

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。

注 15 : 別府湾－日出生断層帯東部の最新活動時期は、地形・地質的には 17 世紀頃としているが、これは注 14 でも述べたように、年代試料から得られた年代値を海水のリザーバ効果を考慮して修正した値である。このため、最新活動時期の古い側の限界について、厳密に 17 世紀以後と考える必要はなく、歴史地震との対比から 16 世紀末の 1596 年慶長豊後地震と推定しても不都合はない。

文　献

千田　昇（1979）：中部九州の新期地殻変動　とくに第四紀火山岩分布地域における活断層について．岩手大学教育研究年報，**39**，97-114.

千田　昇（1995）：別府扇状地の形成時期と堀田－朝見川断層群の活動．地学雑誌，**104**，895-898.

千田　昇（1998）：別府湾地域の地形と活断層．「別府湾沿岸－自然・社会・教育－」，大分大学教育学部，1-12.

千田　昇・松山尚典・下山正一・松田時彦・三島久尚（2001）：別府地溝帯・別府湾地溝を構成する亀川断層の最近の活動履歴．活断層研究，**20**，92-103.

千田　昇・竹村恵二・松田時彦・島崎邦彦・池田安隆・岡村　眞・水野清秀・松山尚典・首藤次男（2003）：大分平野直下に伏在する府内断層の位置と最新活動時期．活断層研究，**23**，93-108.

千田　昇・竹村恵二・松田時彦・島崎邦彦・池田安隆・岡村　眞・水野清秀・松山尚典・首藤次男（2004）：大分平野東部に伏在する活断層．活断層研究，**24**，185-198.

池田安隆（1979）：大分県中部火山地域の活断層系．地理学評論，**52**，10-29.

磯　望・池田安隆（1979）：中部九州万年山周辺の万年山溶岩のフィッション・トラック年代．第四紀研究，**18**，165-168.

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地震調査委員会長期評価部会（1999）：「（改訂試案）長期的な地震発生確率の評価手法について」．74p.

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（2003）：「中央構造線断層帯（金剛山地東縁－伊予灘）の評価」．71p.

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.

Kitagawa, H. and van der Plicht, J.（1998）：Atmospheric radiocarbon calibration to 45,000 yrB.P.: Late Glacial fluctuations and cosmogenic isotope production. Science, **279**, 1187-1190.

小林哲夫（1984）：由布・鶴見火山の地質と最新の噴火活動．地質学論集，**24**，93-108.

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-ROM3 枚・付図２葉・122p.

国土交通省筑後川工事事務所（2001）：「猪牟田ダム地質検討委員会報告書」．85p.

九州活構造研究会編（1989）：「九州の活構造」．東京大学出版会，553p.

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.

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.

村井　勇・金子史朗（1975）：1975 年大分中部地震の被害調査報告―とくに被害・地変と活断層の関係について―．地震研究所彙報，**50**，303-327.

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-ROM２枚・付図１葉・60p.

中田　高・島崎邦彦（1993）：海底の地震の巣を探る．科学，**63**，593-599.

七山　太・池田倫治・大塚一広・三浦健一郎・金山清一・小林修二・長谷川　正・杉山雄一・佃栄吉（2002）：伊予灘～佐賀関 MTL 活断層系の広域イメージングとセグメント区分．活断層・古地震研究報告，産業技術総合研究所地質調査総合センター，No.2，141-152.

日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編（1996）：「第四紀露頭集－日本のテフラ」．日本第四紀学会，352p.

Niklaus, T. R. (1991)：CalibETH version 1.5, ETH Zurich, 2disketts and manual, 151p.

岡村　眞・島崎邦彦・中田　高・千田　昇・宮武　隆・前杢英明・堤　浩之・中村俊夫・山口智香・小川光明（1992）：別府湾北西部の海底活断層―浅海活断層調査の新手法とその成果―．地質学論集，**40**，65-74.

大分県（1999）：「平成 10 年度地震関係基礎調査交付金　別府－万年山断層帯に関する調査　成果

報告書」. 70p.
大分県（2000）:「平成 11 年度地震関係基礎調査交付金　別府－万年山断層帯に関する調査　成果報告書〔トレンチ・ボーリング調査編〕,〔海上調査編〕,〔反射法地震探査編〕,〔総合解析編〕」. 155p，50p，60p，52p.
大分県（2001）:「平成 12 年度地震関係基礎調査交付金　別府－万年山断層帯に関する調査　成果報告書〔海上調査編〕,〔極浅層反射法探査・ボーリング調査・総合解析編〕」. 58p，171p.
大分県（2002）:「平成 13 年度地震関係基礎調査交付金　別府－万年山断層帯に関する調査　成果報告書〔反射法弾性波探査・ボーリング調査編〕,〔海上調査編〕,〔反射法弾性波探査（深部・浅部）編〕,〔ボーリング調査・総合解析編〕」. 62p，65p，45p，85p.
大分県（2003）:「平成 14 年度地震関係基礎調査交付金　別府－万年山断層帯に関する調査　成果報告書」. 162p.
大分県（2004）:「平成 15 年度地震関係基礎調査交付金　別府－万年山断層帯に関する調査　成果報告書」. 1 - 1 －8-25.
島崎邦彦・中田　高・千田　昇・宮武　隆・岡村　眞・白神　宏・前杢英明・松木宏影・辻井学・清川昌一・平田和彦（1986）: 海底活断層ボーリング調査による地震発生時長期予測の研究―別府湾海底断層を事例として―（予報）. 活断層研究，**2**，83-87.
島崎邦彦・中田　高・千田　昇・岡村　眞・谷山　尚・田辺あらし（1990）: 別府湾中央断層（仮称）の地震活動. 日本地震学会講演予稿集，**1**，185-185.
島崎邦彦・松岡裕美・岡村　眞・千田　昇・中田　高（2000）: 別府湾の海底活断層分布. 月刊地球，号外 **28**，79-84
首藤次男・日高　稔（1971）: 大分地方の沖積層、とくに別府湾の起源について. 九大理研報（地質），**11**，87-104.
辻村太郎（1932）: 東北地方の断層盆地（上）（下）. 地理学評論，**8**，641-658，984-992.
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.
由佐悠紀・竹村恵二・北岡豪一・神山孝吉・堀江正治・中川一郎・小林芳正・久保寺章・須藤靖明・井川　猛・浅田正陽（1992）: 反射法地震探査と重力測定による別府湾の地下構造. 地震，**45**，199-212.

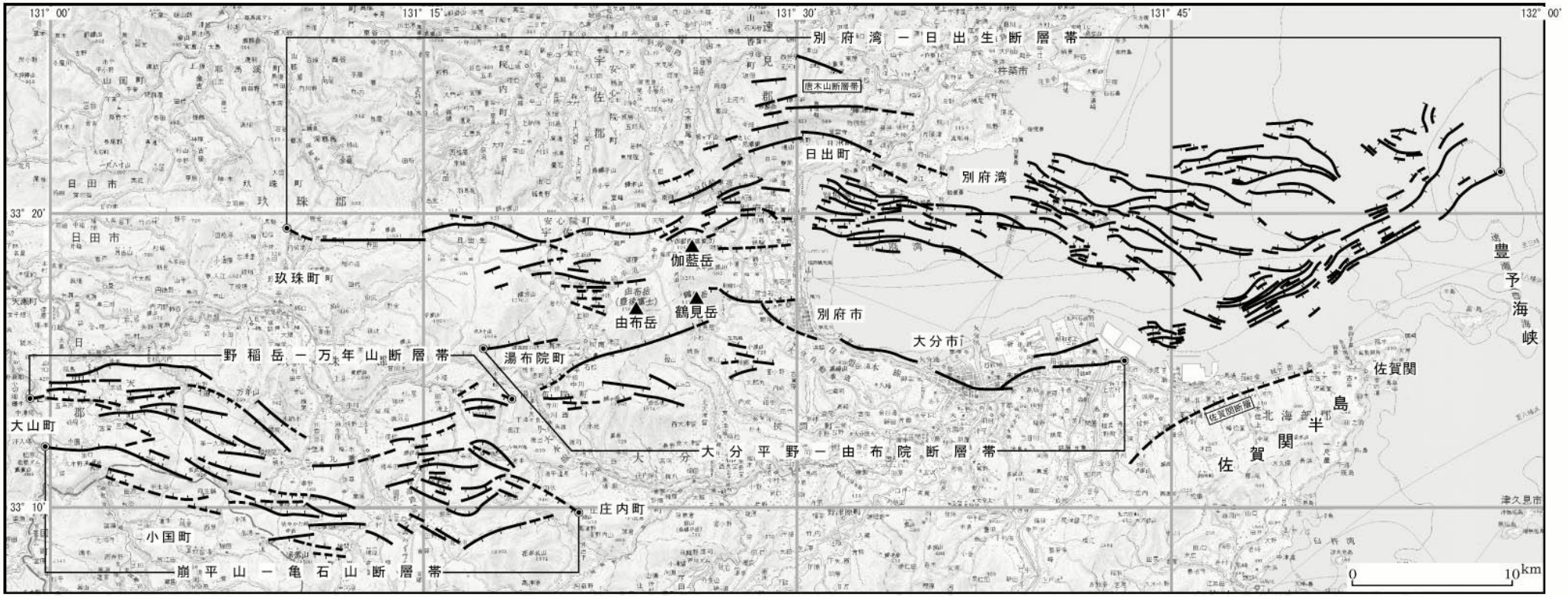


図３　別府－万年山断層帯の評価において考慮した断層

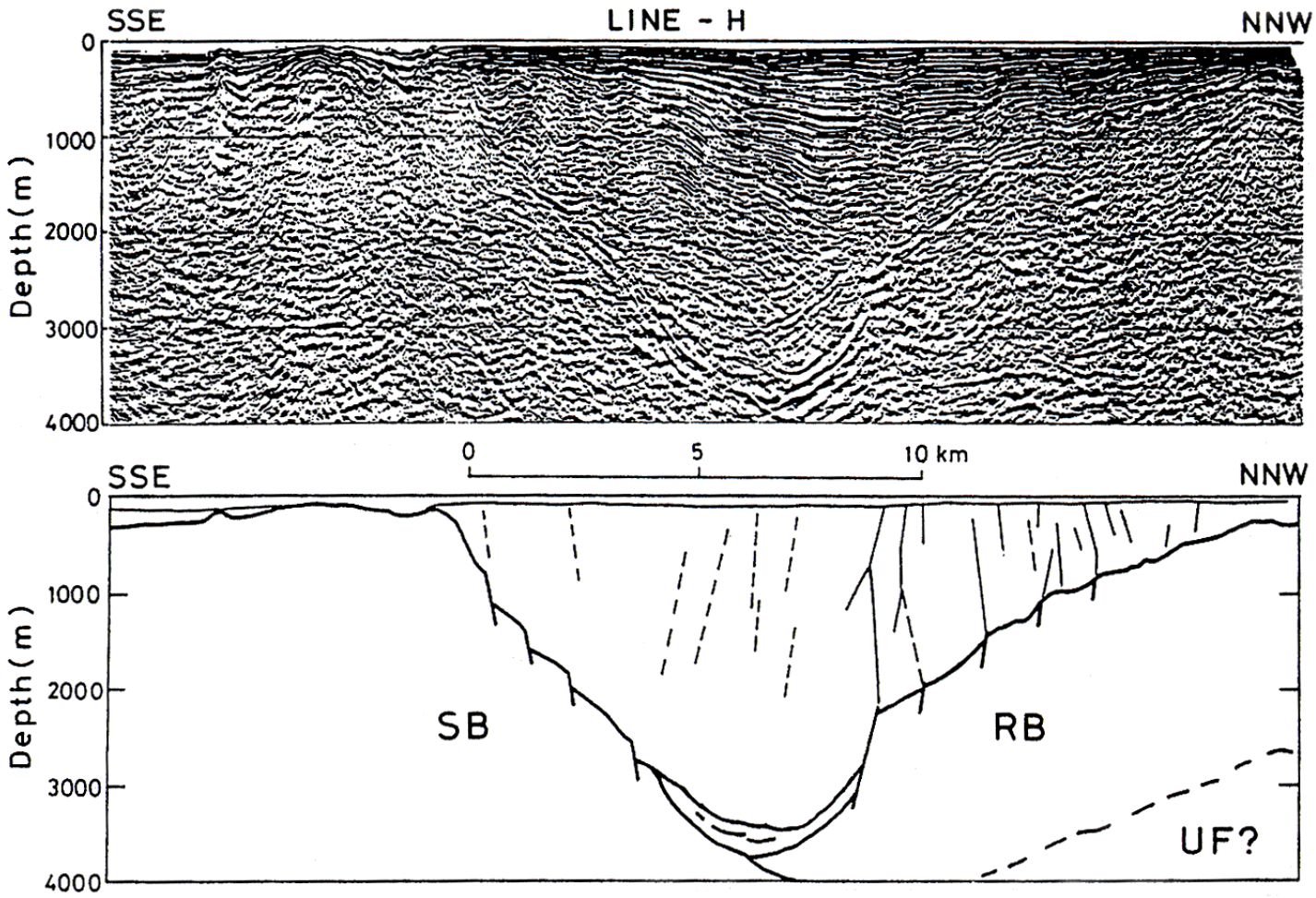


図４　別府湾における反射法弾性波探査結果（上：深度断面図、下：解釈図）　由佐ほか（1992）
図 2-1 のＡ測線

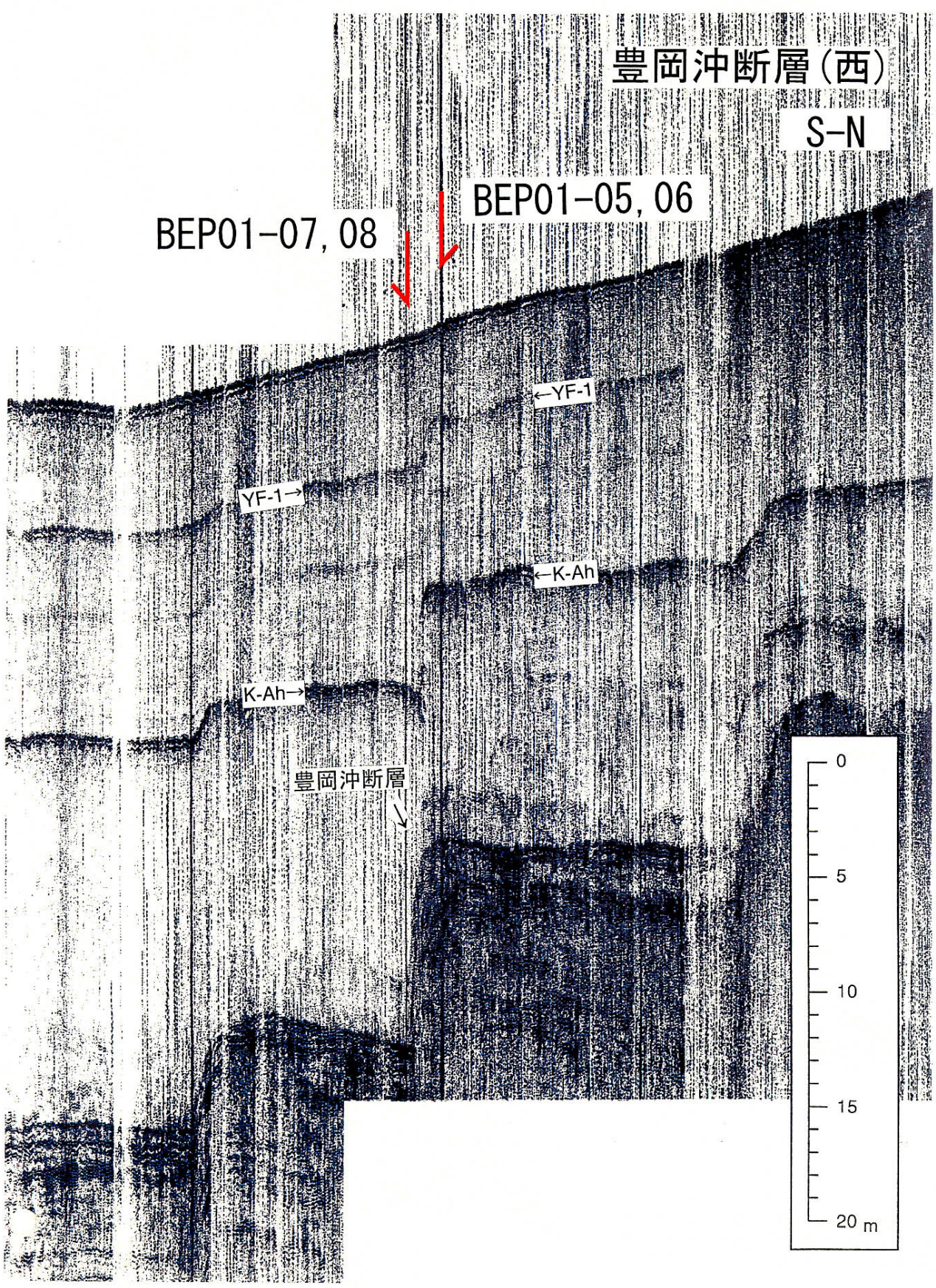


図５　日出沖断層群豊岡沖地点における音波探査記録

大分県（2002）に一部加筆

YF-1：由布岳１火山灰　K-Ah：鬼界アカホヤ火山灰

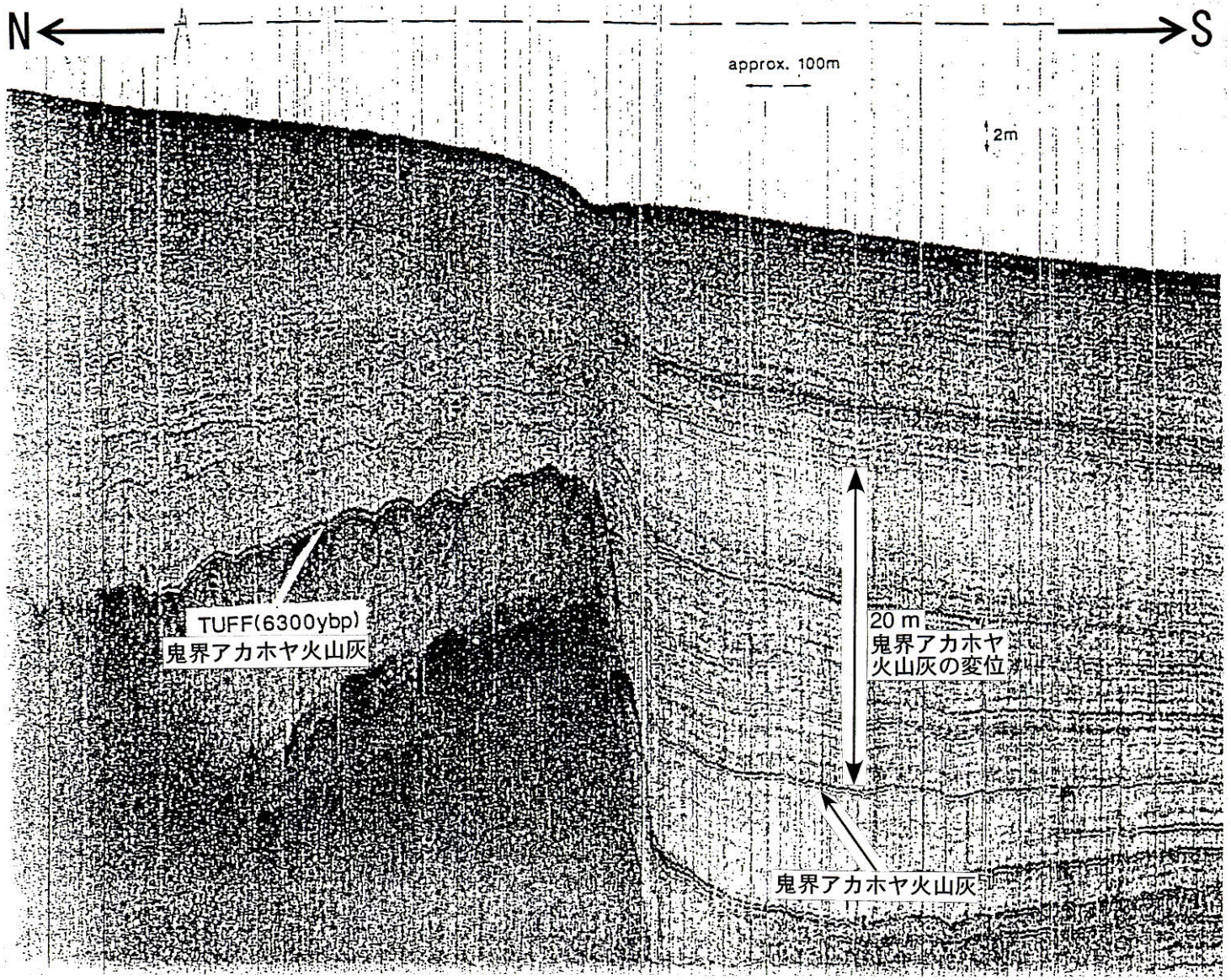
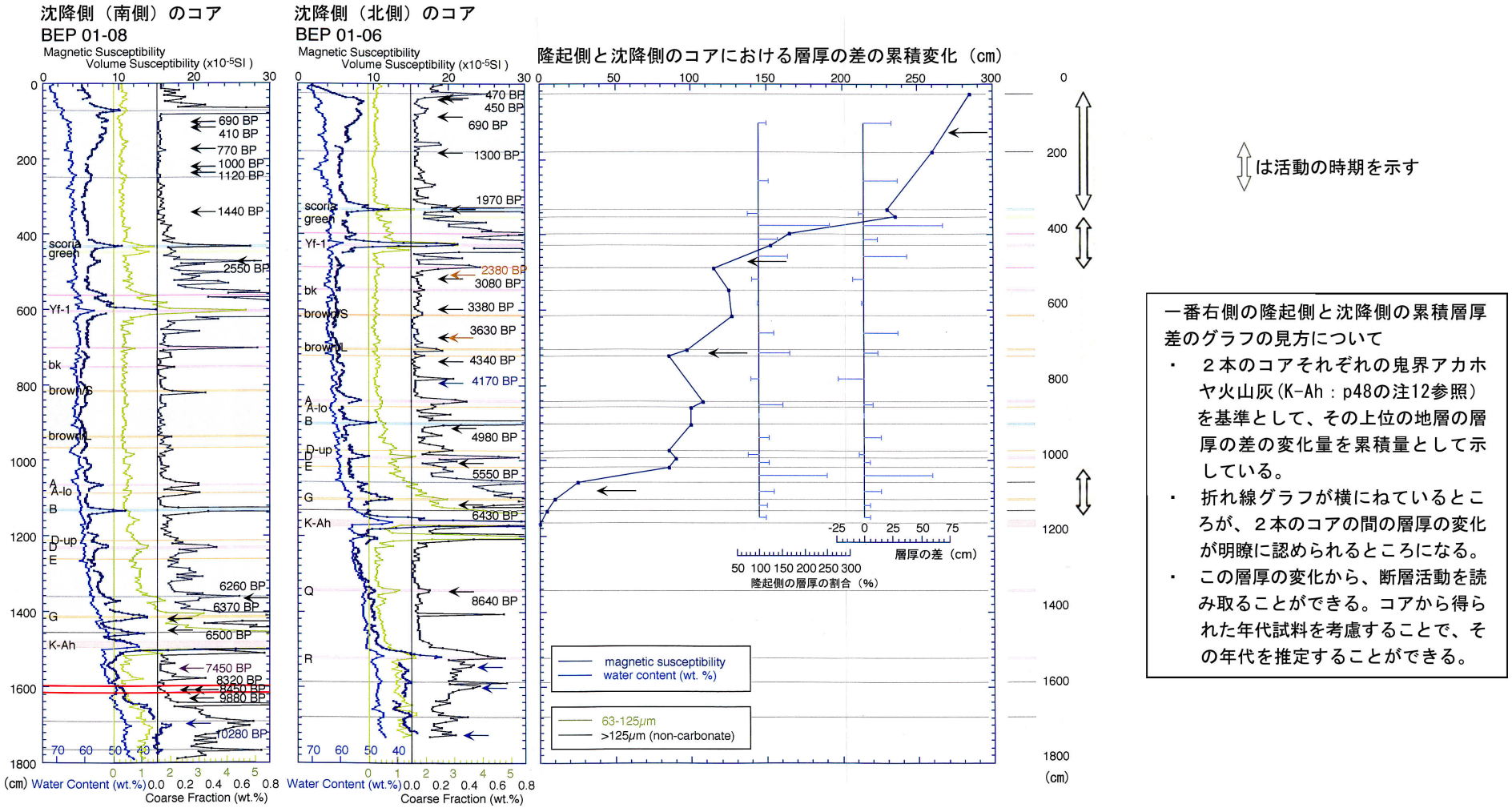


図６　別府湾中央断層における音波探査記録　　島崎ほか（1990）に一部加筆

探査測線の詳細な位置は不明。



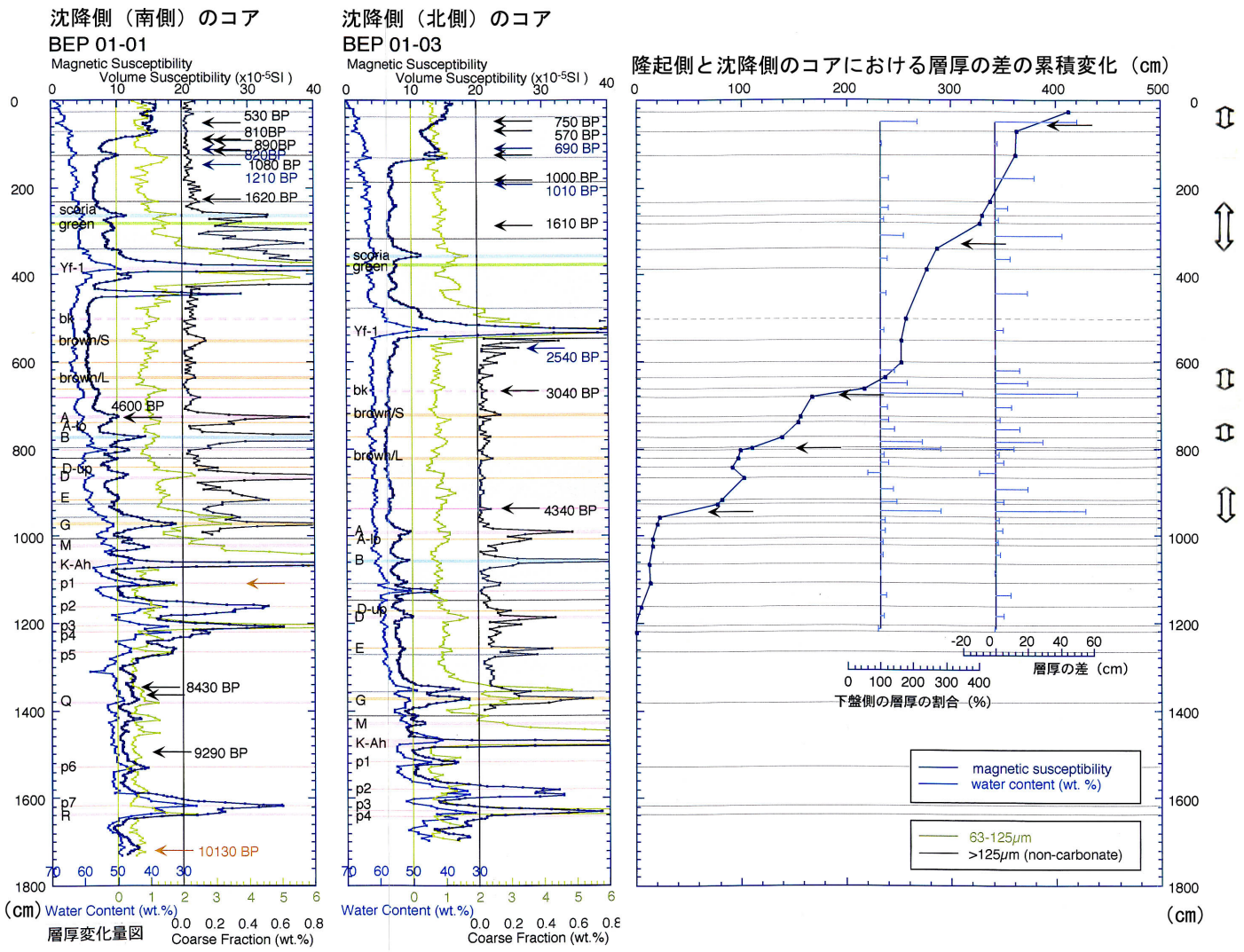
一番右側の隆起側と沈降側の累積層厚差のグラフの見方について

- ２本のコアそれぞれの鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah：p48の注12参照)を基準として、その上位の地層の層厚の差の変化量を累積量として示している。
- 折れ線グラフが横にねているところが、２本のコアの間の層厚の変化が明瞭に認められるところになる。
- この層厚の変化から、断層活動を読み取ることができる。コアから得られた年代試料を考慮することで、その年代を推定することができる。

図７　日出沖断層群豊岡沖地点におけるピストンコアリング調査結果　　大分県（2002）に一部加筆

Magnetic Susceptibility (Volume Susceptibility) は、採取された堆積物の磁化率。磁化率は堆積物中に含まれる磁性鉱物の量を反映しており、火山噴出物を多く含む層準にピークが認められている。図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代値。本評価で採用した試料について、10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正し、さらに海水のリザーバー効果を考慮して 400 年新しくした。これらの値を、紀元前は百年単位、紀元後は世紀単位で表示すると以下のようになる。

1970 yBP　→　５世紀　　3080 yBP　→　約３千－２千９百年前　　4980 yBP　→　約５千５百－５千３百年前



⇕ は活動の時期を示す

大分県（2001）が、同地点で行ったピストンコアリングの調査結果も参考とした。

一番右側の隆起側と沈降側の累積層厚差のグラフの見方について

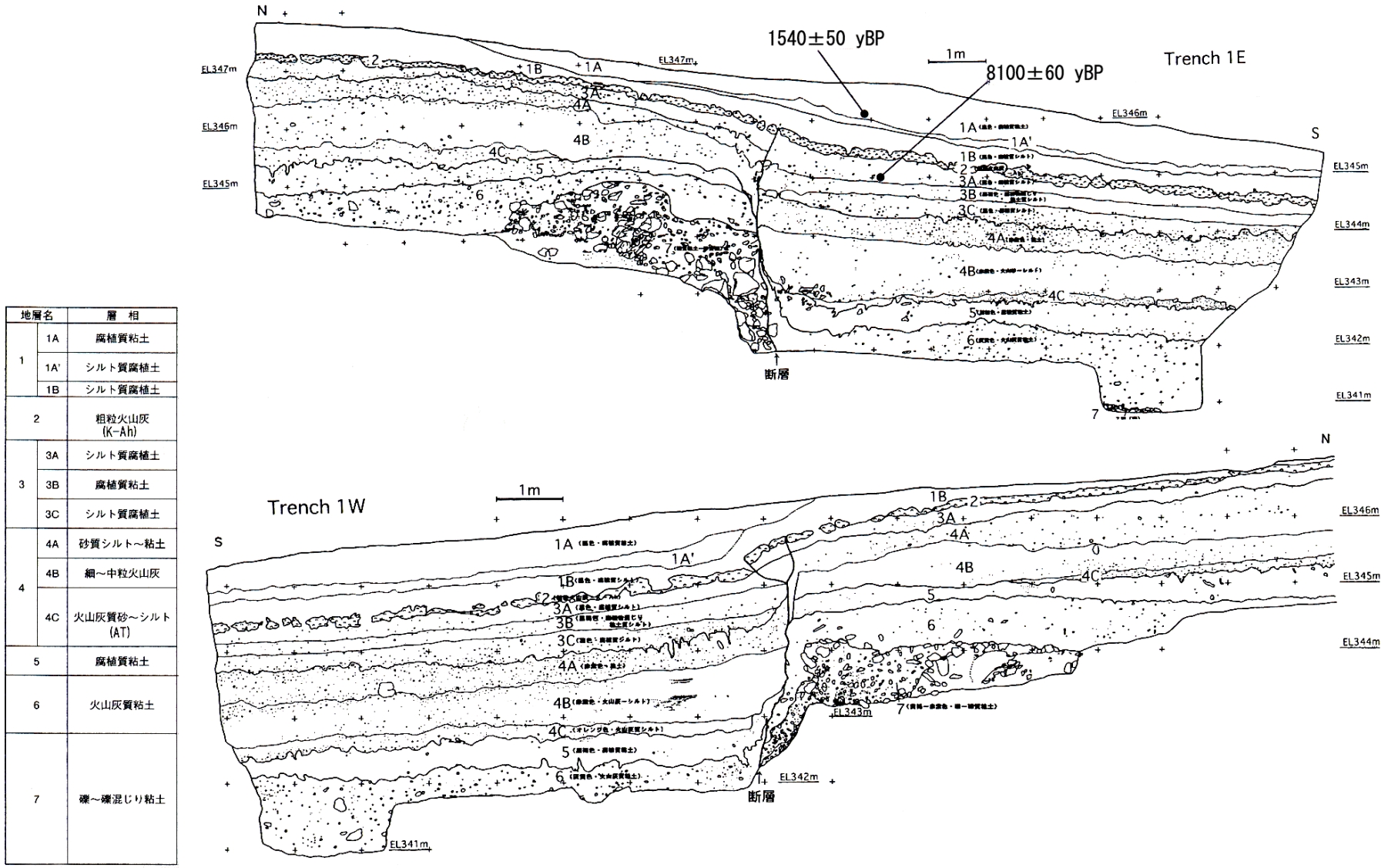
- ２本のコアそれぞれの鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah：p48の注12参照)を基準として、その上位の地層の層厚の差の変化量を累積量として示している。
- 折れ線グラフが横にねているところが、２本のコアの間の層厚の変化が明瞭に認められるところになる。
- この層厚の変化から、断層活動を読み取ることができる。コアから得られた年代試料を考慮することで、その年代を推定することができる。

図８　日出沖断層群亀川沖地点におけるピストンコアリング調査結果

大分県（2002）を元に図７と同じ図面配置になるように改変

Magnetic Susceptibility (Volume Susceptibility) は採取された堆積物の磁化率。磁化率は堆積物中に含まれる磁性鉱物の量を反映しており、火山噴出物を多く含む層準にピークが認められる。図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代値。本評価で採用した試料について、10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正し、さらに海水のリザーバー効果を考慮して 400 年新しくした。これらの値を、紀元前は百年単位、紀元後は世紀単位で表示すると以下のようになる。

810 yBP　→　17 世紀　　4340 yBP　→　約４千６百－４千５百年前　　4600 yBP　→　約５千１百－４千７百年前
1970 yBP　→　５世紀（豊岡沖 01-06 コアによる年代）　　3760 yBP　→　約３千９百－３千６百年前（杵築沖 01-12 コアによる年代）



地層名		層　相
1	1A	腐植質粘土
	1A'	シルト質腐植土
	1B	シルト質腐植土
2		粗粒火山灰 (K-Ah)
3	3A	シルト質腐植土
	3B	腐植質粘土
	3C	シルト質腐植土
4	4A	砂質シルト～粘土
	4B	細～中粒火山灰
	4C	火山灰質砂～シルト (AT)
5		腐植質粘土
6		火山灰質粘土
7		礫～礫混じり粘土

図９　亀川断層のトレンチスケッチ　　千田ほか（2001）

大分県（2000）より、本評価に使用した放射性炭素同位体年代測定試料の採取位置を加筆。これらの年代測定試料について、10000年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正した。これらの値を、紀元後は世紀単位、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。

1540±50 yBP　→　５－６世紀　　8100±60 yBP　→　約９千３百－８千８百年前

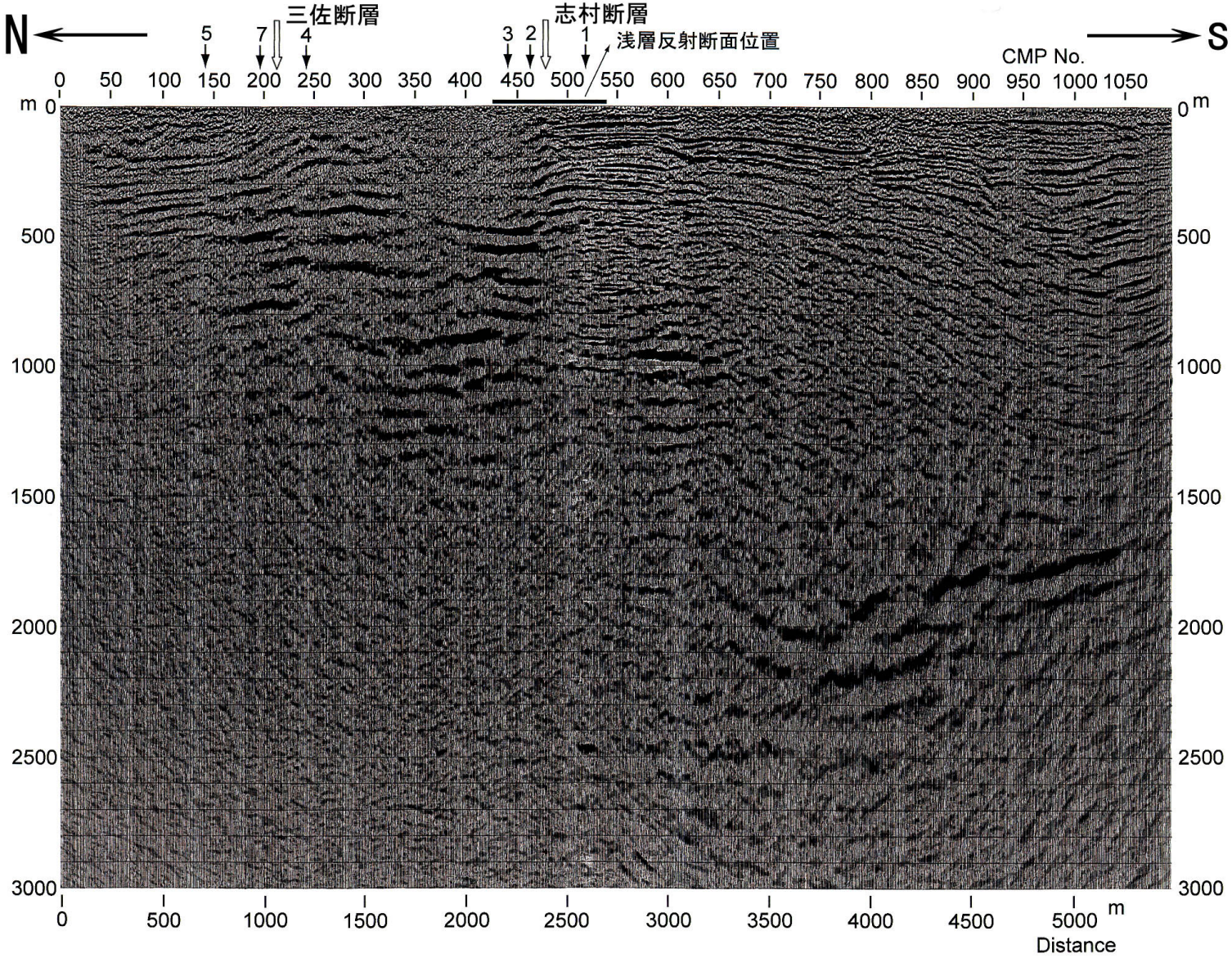


図１０　大分平野東部、大野川沿いの反射法弾性波探査結果　千田ほか(2004)に一部加筆

図 2-1 のＢ測線

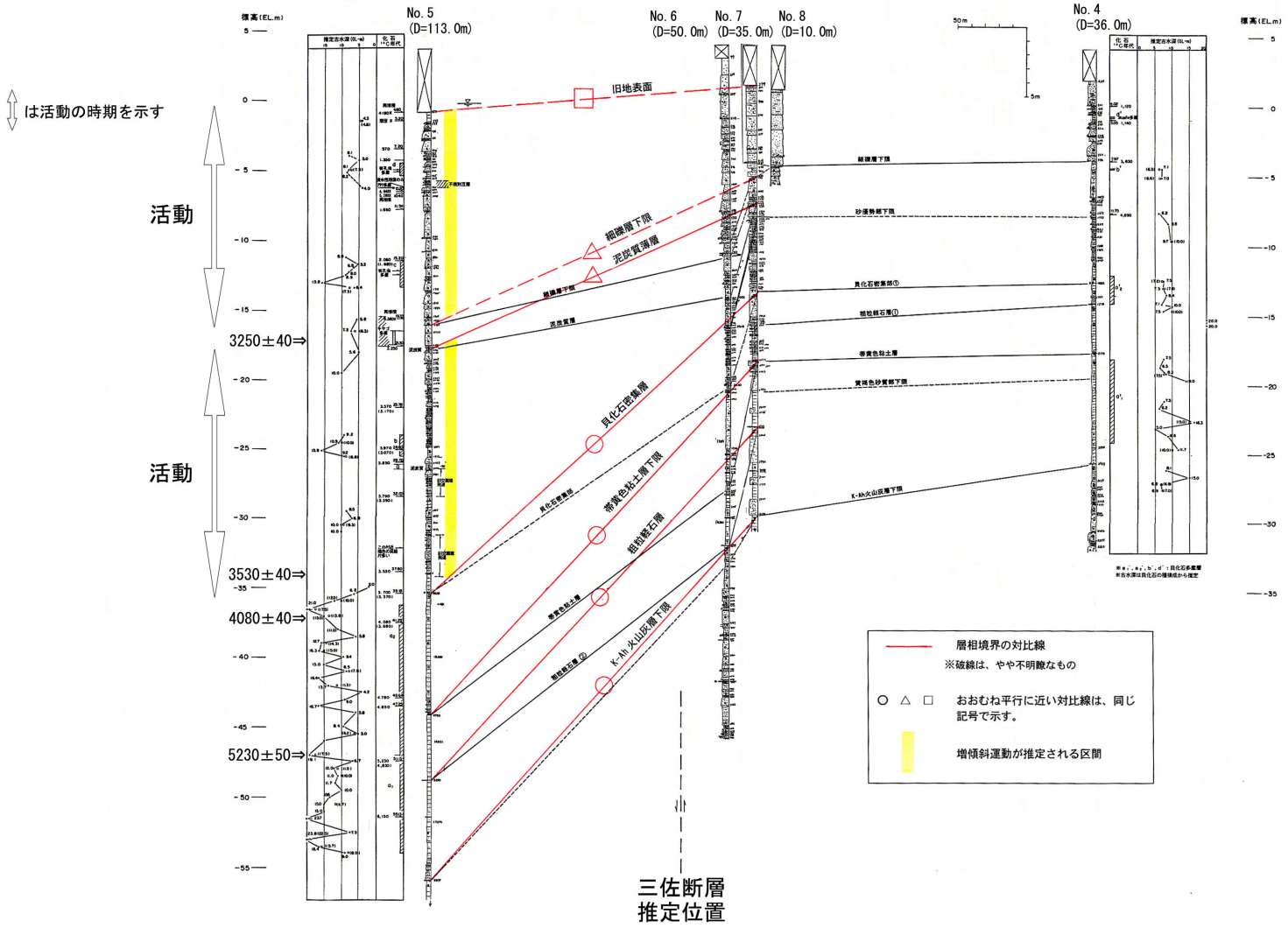


図１１　三佐断層大野川右岸地点におけるボーリング調査結果　大分県（2002）に一部加筆

図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代値。10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正し、さらに海水のリザーバー効果を考慮して 400 年新しくした。これらの値を、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。うち☆印が本評価で採用した年代試料。

☆3250±40 yBP → 約３千６百－３千４百年前　　3530±40 yBP → 約３千９百－３千８百年前　　☆4080±40 yBP → 約４千５百－４千１百年前

5230±50 yBP → 約５千８百－５千６百年前

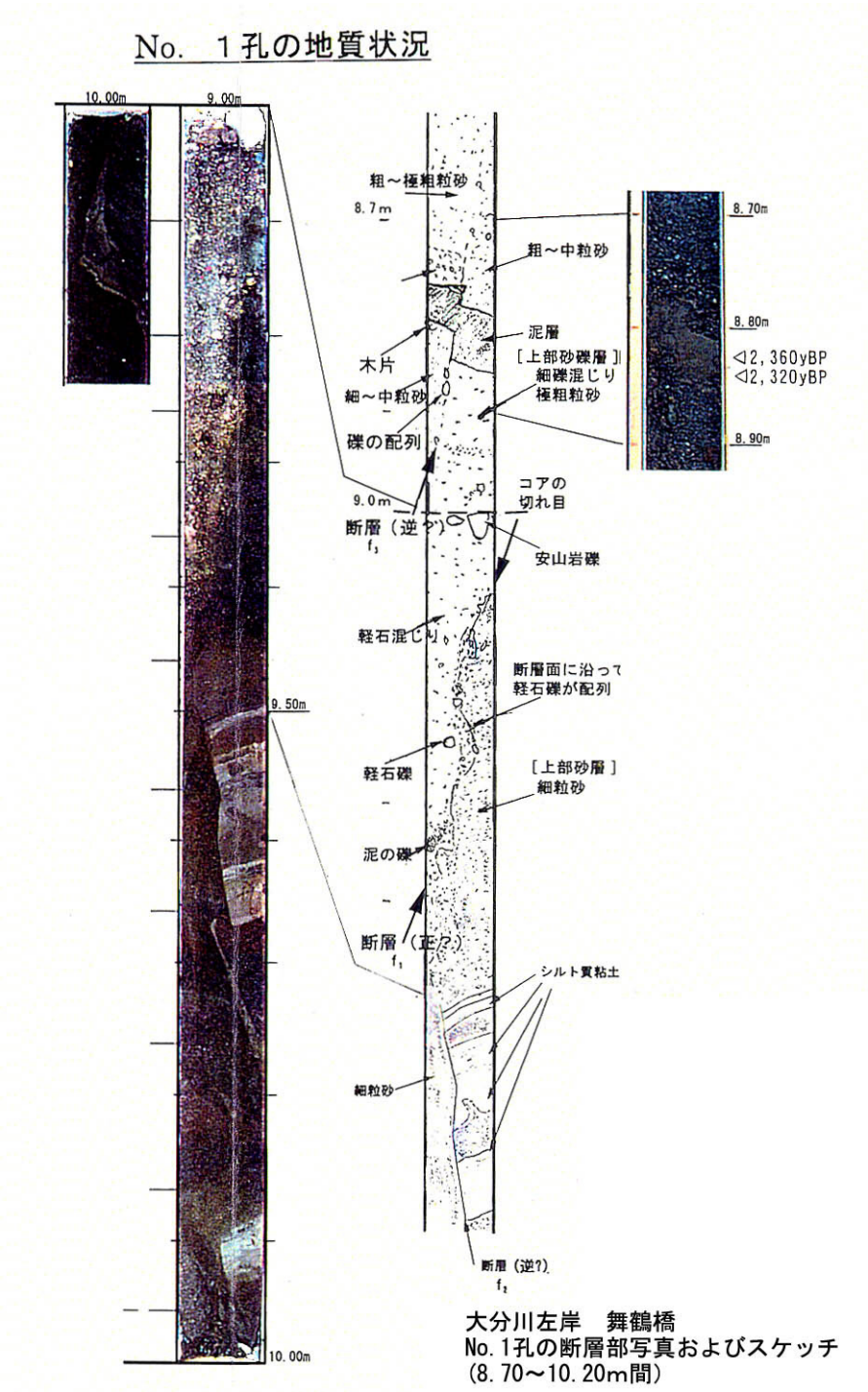


図１２　府内断層大分川左岸地点におけるボーリング調査結果
大分県（2001）に一部加筆

図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代値。10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正し、さらに海水のリザーバー効果を考慮して 400 年新しくした。これらの値を、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。うち☆印が本評価で採用した年代試料。

☆2360 yBP（2240±40 yBP）→ 約２千４百－２千２百年前
☆2320 yBP（2390±50 yBP）→ 約２千８百－２千４百年前

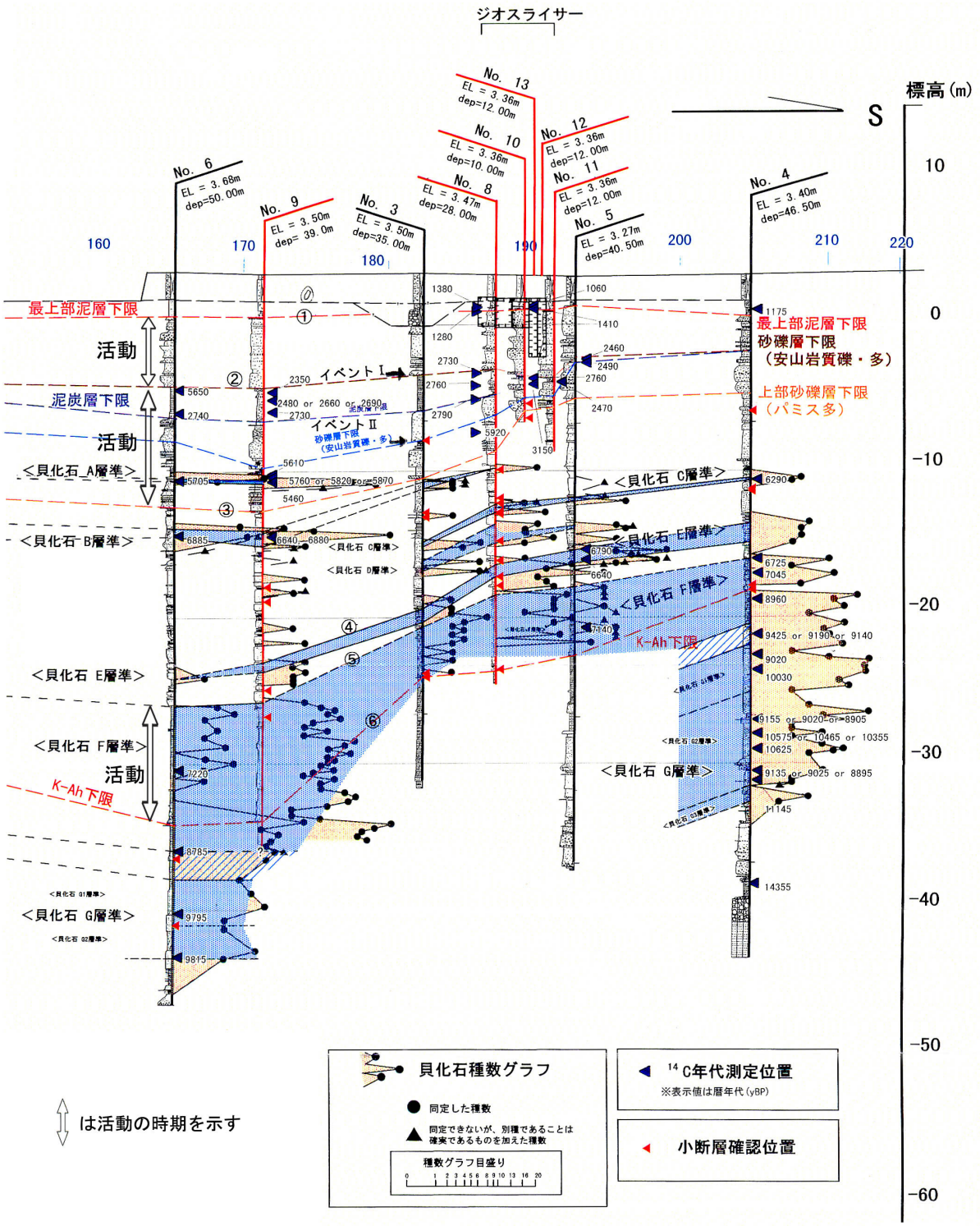


図１３　府内断層府内城址地点におけるボーリング調査結果
大分県（2001）を一部加筆

図中に示された年代測定試料について、10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正した。これらの値を、紀元後は世紀単位、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。うち☆印が本評価で採用した年代試料。

☆1410（1540±40 yBP）→ ５－６世紀　☆2350（2350±40 yBP）→ 約２千５百－２千４百年前

☆6290（5490±50 yBP）→ 約６千４百－６千３百年前 ☆6725（6280±70 yBP）→ 約６千９百－６千７百年前

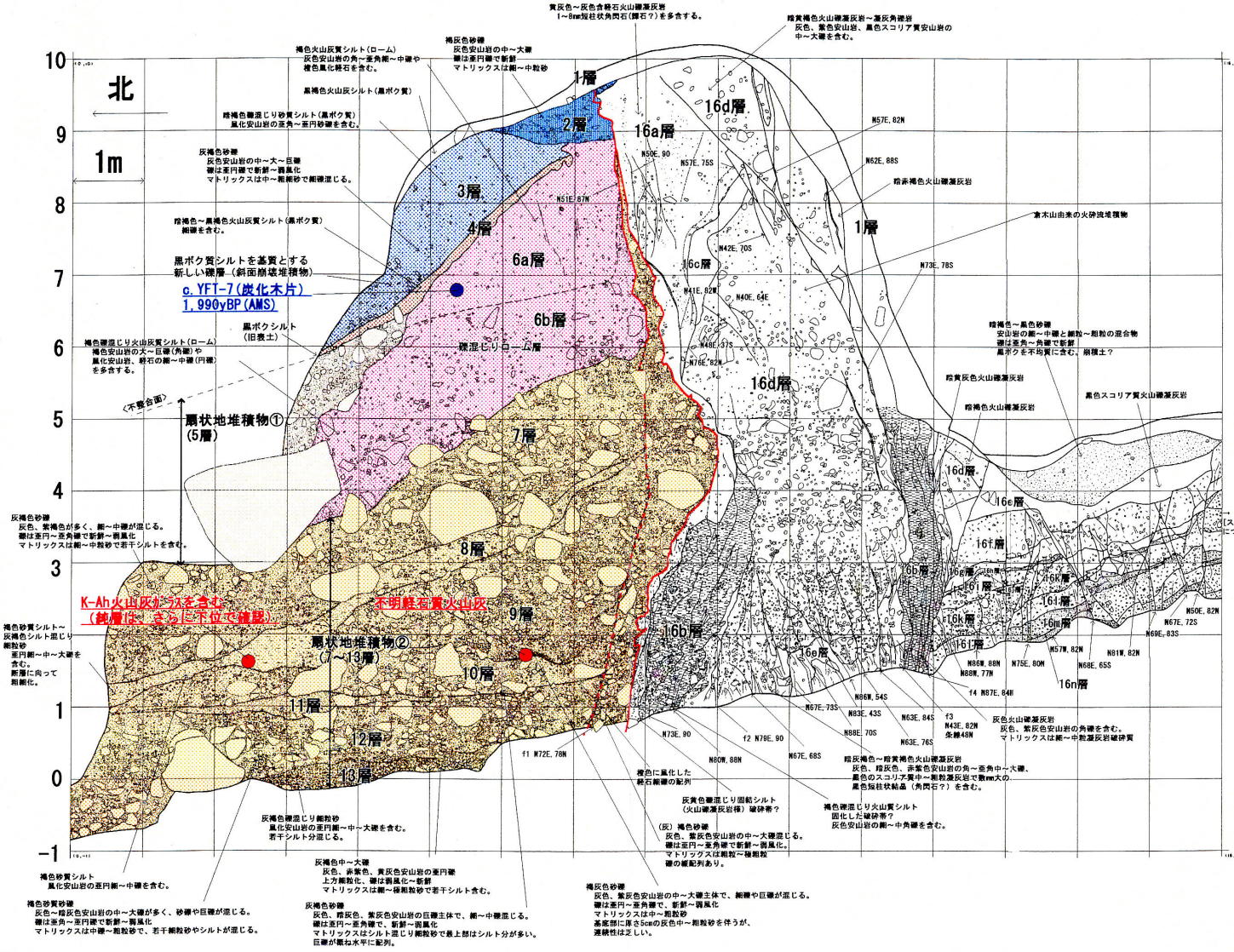


図１４　由布院断層由布院１地点でのトレンチスケッチ　　大分県（2000）

図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代値。10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991)に基づいて暦年補正し、紀元後を世紀単位、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。うち☆印が本評価で採用した年代試料。

☆1990±40 yBP　→　約２千年前－１世紀

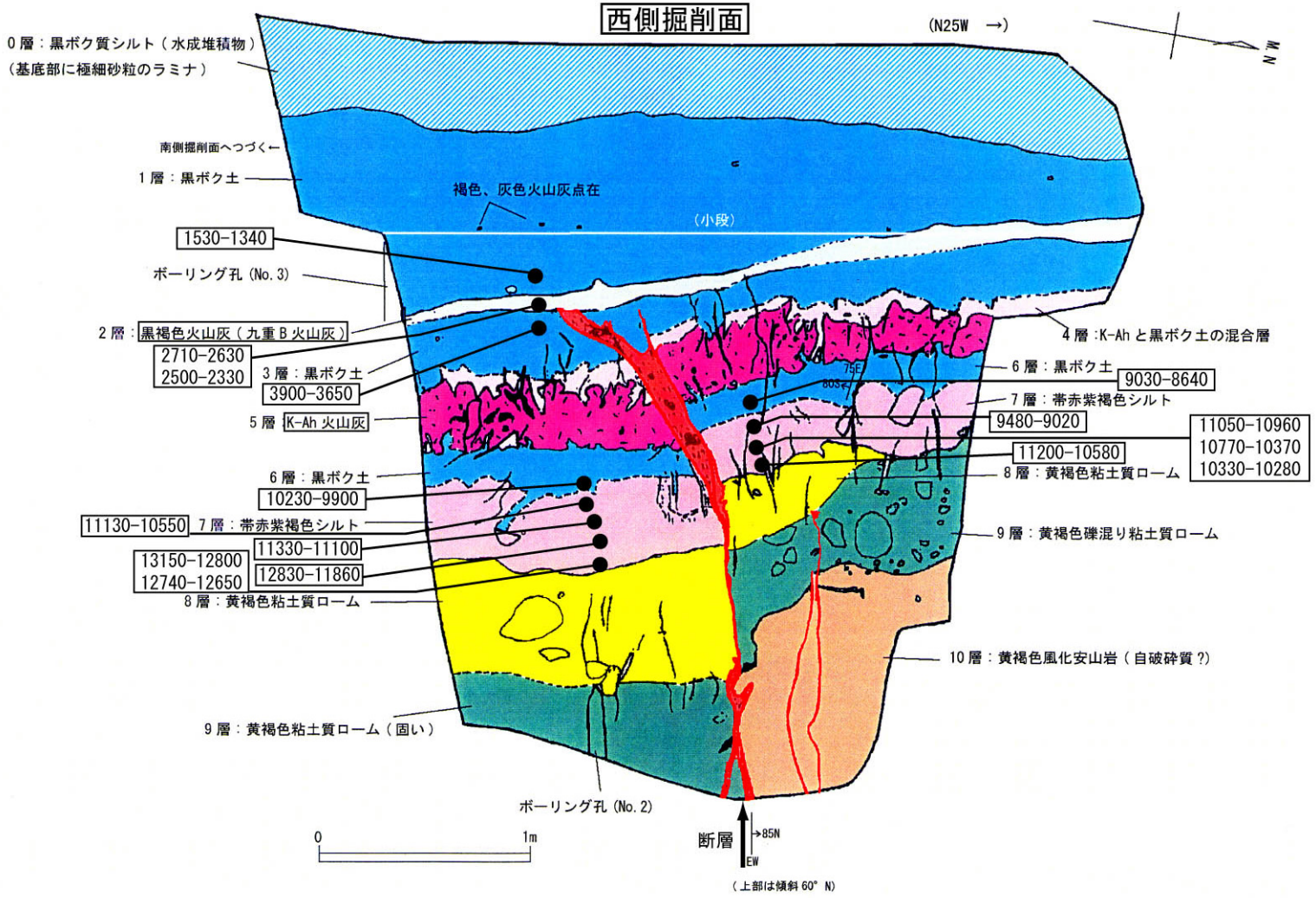


図１５　水分断層でのトレンチスケッチ　　大分県（2004）に一部加筆

大分県(2004)のトレンチスケッチ図に、イベント解析図の年代試料採取位置を加筆。図中に示された年代測定試料について、10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正し、紀元後は世紀単位、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。うち☆印が本評価で採用した年代試料。

☆1530－1340（1550±40 yBP）→　５－６世紀　　☆3900－3650（3510±50 yBP）→　約３千９年－３千８年前

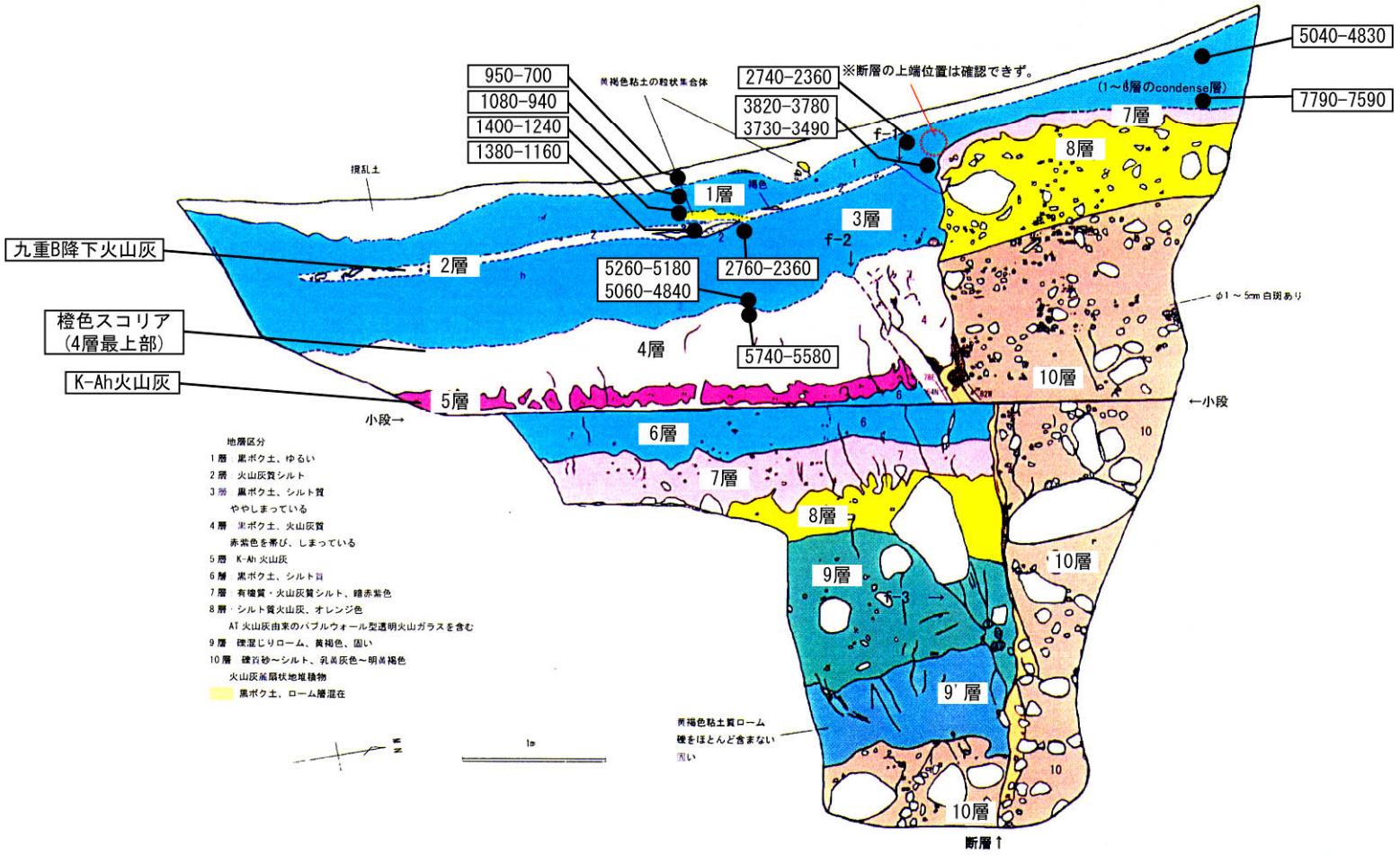


図１６　熊の墓断層でのトレンチスケッチ　　大分県（2004）に一部加筆

大分県（2004）のトレンチスケッチ図に、イベント解析図の年代試料採取位置を加筆。図中に示された年代測定試料について、10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正し、紀元後を世紀単位、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。うち☆印が本評価で採用した年代試料。

☆1380－1160（1360±60 yBP）→　７－８世紀　　5060－4840（4370±60 yBP）→　約５千１百－４千９百年前

5740－5580（4910±60 yBP）→　約５千８百－５千６百年前

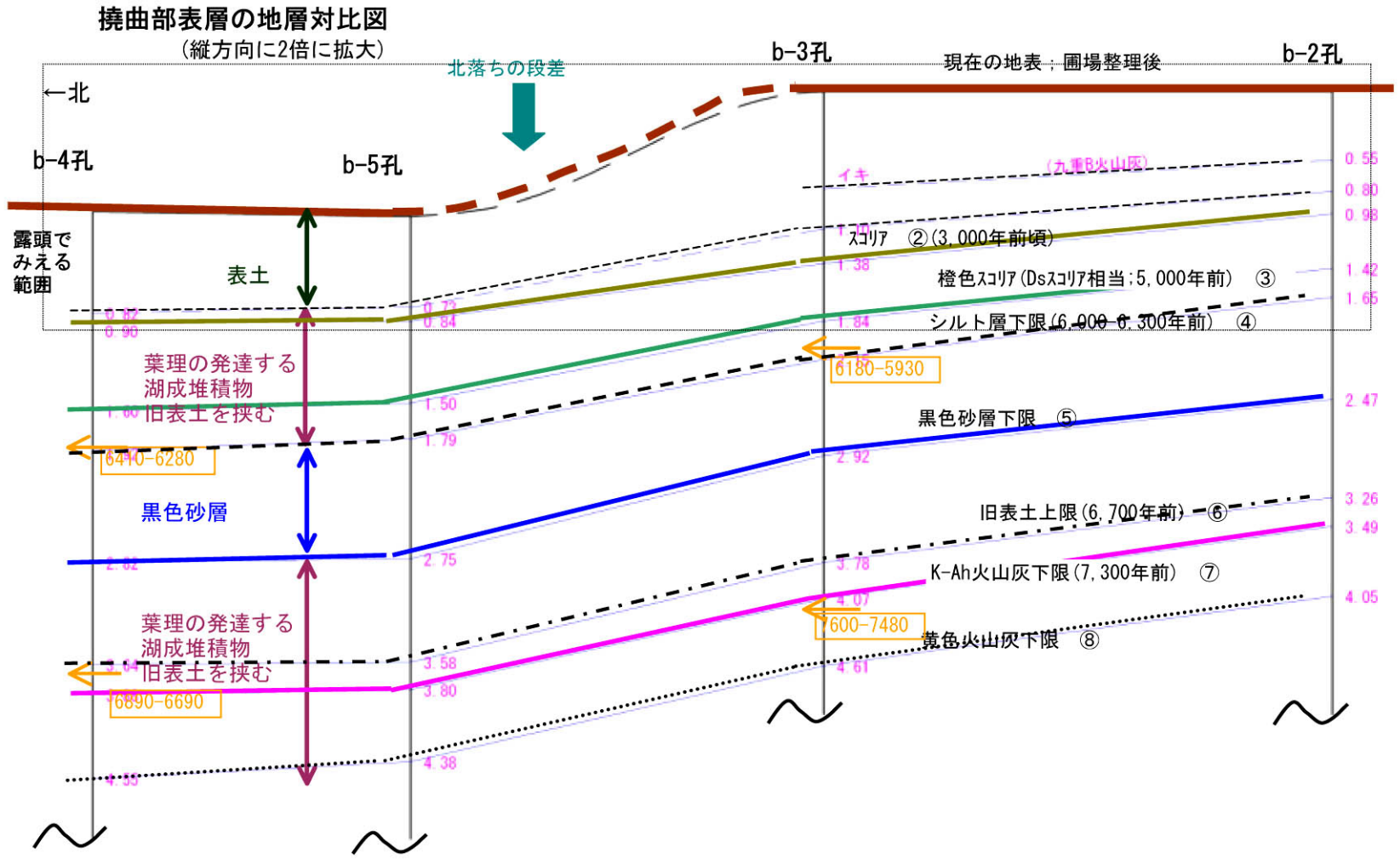


図１７　須久保撓曲におけるボーリング調査結果　　大分県（2004）を一部修正

年代測定試料について、10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正し、紀元後は世紀単位、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。うち☆印が本評価で採用した年代試料。
なお、年代試料は露頭より採取されている。

☆1070±60 yBP → ９－11 世紀　　8970±40 yBP → 約１万年前　　9890±60 yBP → 約１万１千年前

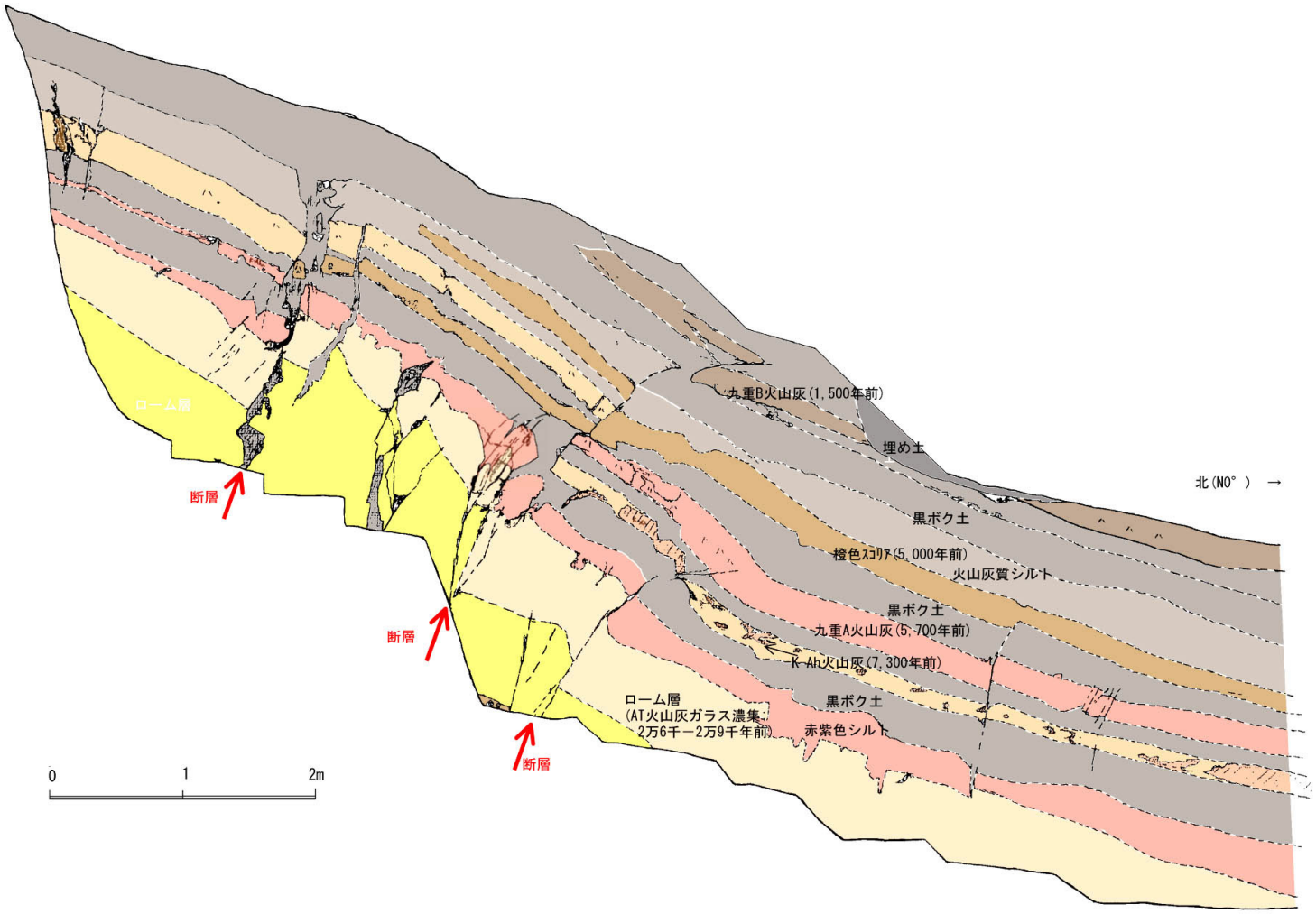


図１８　高柳断層でのトレンチスケッチ　　大分県（2004）を一部修正

年代測定試料（本図中には記載なし）について、10000 年 BP より新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus(1991) に基づいて暦年補正し、紀元後は世紀単位、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。うち☆印が本評価で採用した年代試料。

☆770±40 yBP　→　13 世紀　　850±90 yBP　→　11－13 世紀　　☆4590±50 yBP　→　約５千５百－５千１百年前

4720±130 yBP　→　約５千６百－５千３百年前　　5170±110 yBP　→　約６千２百－５千８百年前

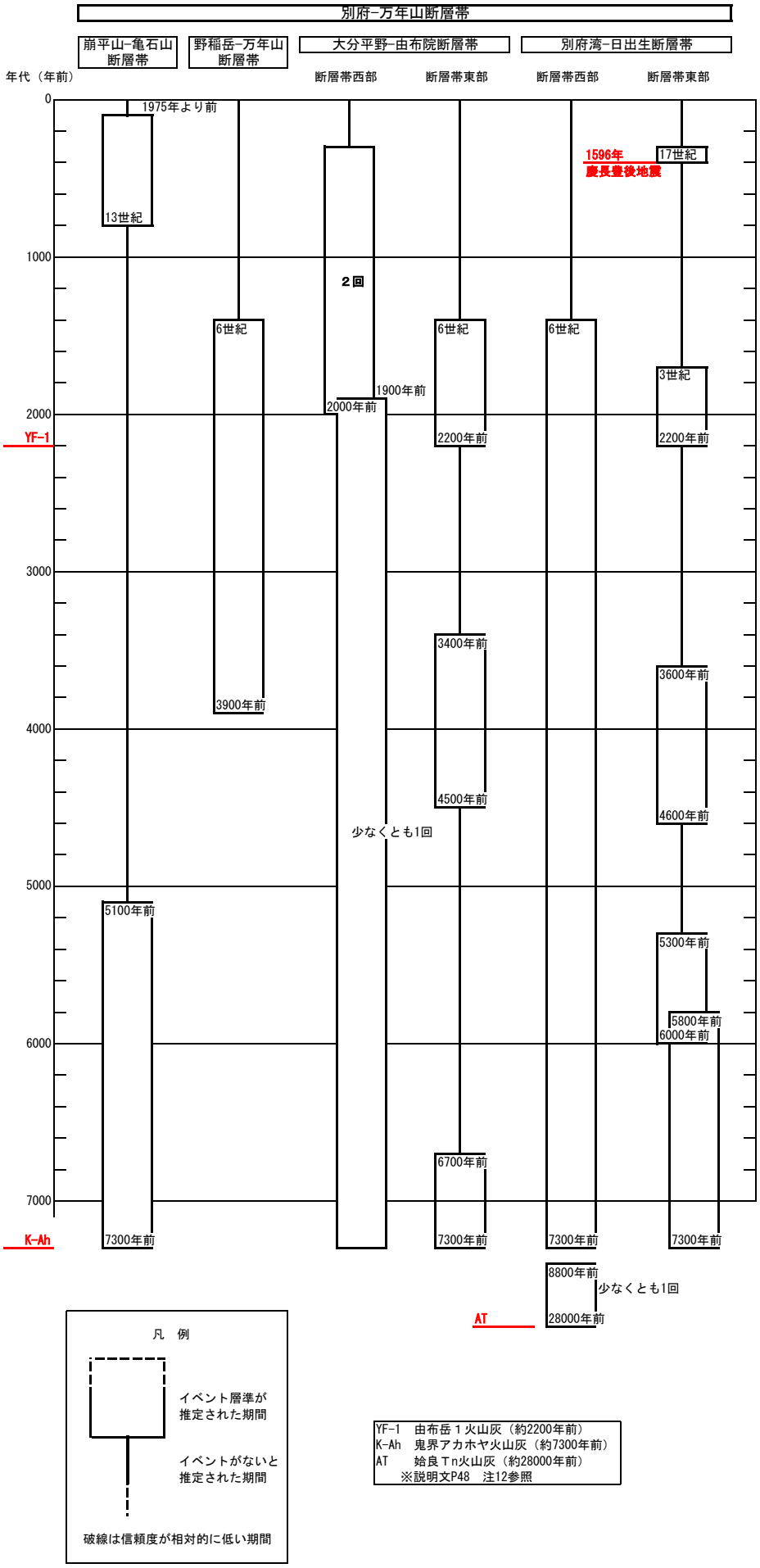


図１９　別府－万年山断層帯の活動の時空間分布図

別府湾－日出生断層帯及び大分平野－由布院断層帯については、次頁（図20）に示した観測地点毎のデータから得られた活動の時期を図示している。

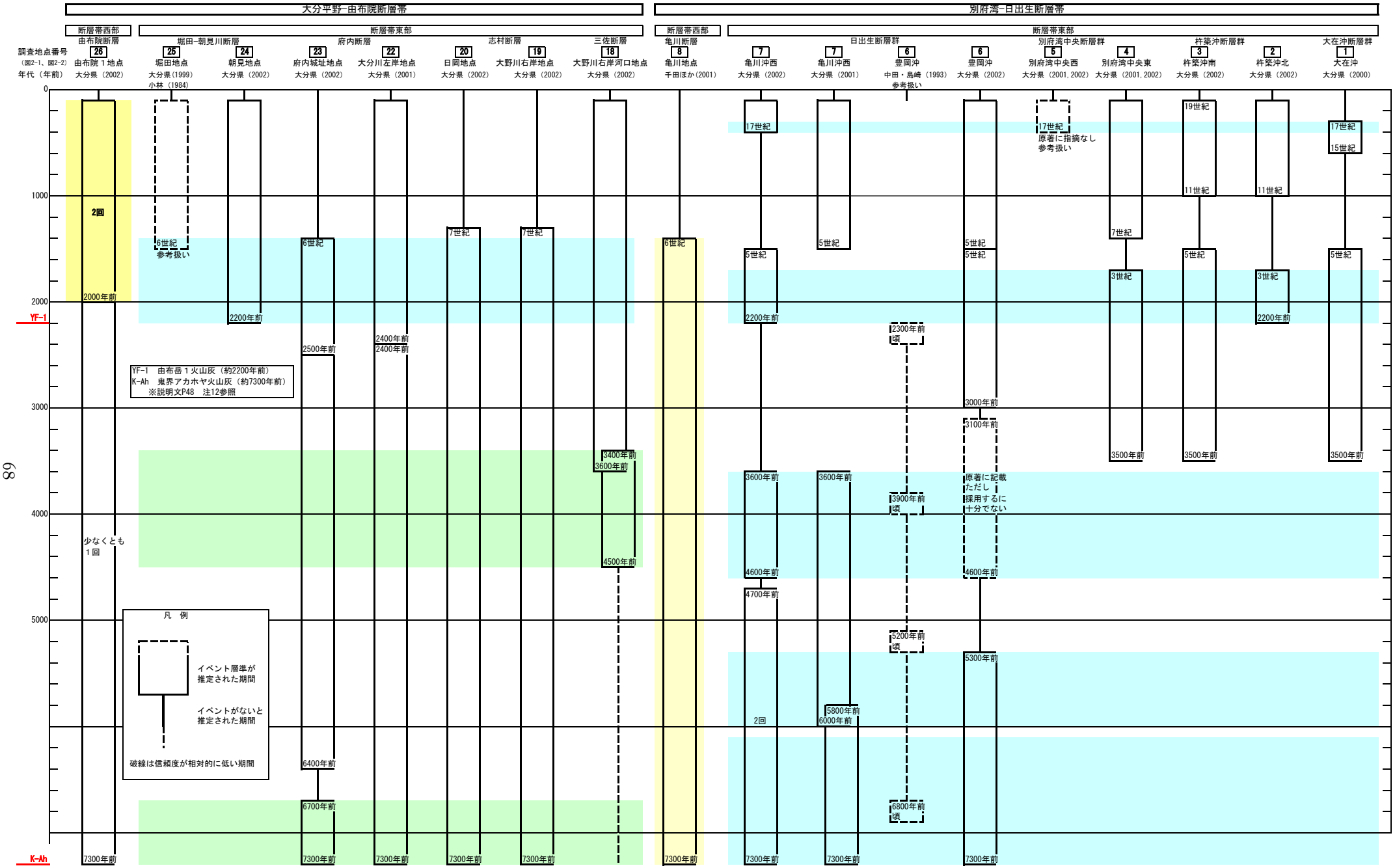


図２０　別府湾－日出生断層帯及び大分平野－由布院断層帯の調査地点毎の時空間分布図

・本図で網掛けの部分が活動区間毎の活動時期の評価結果（図１９参照）

表９　別府－万年山断層帯の評価を構成する断層とその名称

（参考のため、活断層研究会編（1991）と九州活構造研究会編（1989）での記載についてもまとめた）

評価で用いた断層名 （図2で記載）	断層名の出典	活断層研究会編(1991) （断層名）	九州活構造研究会(1989) （断層名）
(別府湾－豊後水道の断層)	七山ほか(2002)	図示なし	図示なし
別府湾中央断層	島崎ほか(2000)	別府湾海底断層群_別府湾中央断層	図示なし
日出沖断層群	島崎ほか(2000)	別府湾海底断層群_小深江沖断層	図示なし
		別府湾海底断層群_島ノ山沖断層	図示なし
		別府湾海底断層群_豊岡沖断層	図示なし
		別府湾海底断層群_沖ノ瀬断層	図示なし
		別府湾海底断層群_三名沖断層	図示なし
		別府湾海底断層群_三名沖東断層	図示なし
		別府湾海底断層群_三名沖西断層	図示なし
		別府湾海底断層群_亀川沖東断層	図示なし
		別府湾海底断層群_亀川沖西断層	図示なし
		別府湾海底断層群_上人鼻沖断層	図示なし
杵築沖断層群	島崎ほか(2000)	図示なし	図示なし
大在沖断層群	島崎ほか(2000)	図示なし	図示なし
三佐断層	大分県(2002)	図示なし	図示なし
志村断層	大分県(2002)	図示なし	図示なし
府内断層	大分県(2001, 2002)	図示なし	図示なし
野久保撓曲	大分県(2003, 2004)	図示なし	図示なし
高柳断層	大分県(2003, 2004)	図示なし	図示なし
猫ヶ岩山東断層	大分県(2000)	図示なし	猫が岩山東
目苅断層	大分県(2000)	図示なし	目苅
十文字原断層	活断層研究会編(1991)	十文字原断層	十文字原
亀川断層	活断層研究会編(1991)	亀川断層	亀川
		演習場東1断層	演習場東1
秋山北断層	大分県(2000)	図示なし	図示なし
砲台山断層	活断層研究会編(1991)	砲台山断層	砲台山
坂山断層	活断層研究会編(1991)	立石山・飛岳断層群_坂山断層	坂山
日出生断層	大分県(2000)	別府北断層_雛戸山	雛戸山
		別府北断層_日出生	日出生
		別府北断層_黒岳	黒岳
秋山断層	活断層研究会編(1991)	立石山・飛岳断層群_秋山断層	秋山
飛岳5断層	大分県(2000)	飛岳5	飛岳5
若杉断層	活断層研究会編(1991)	立石山・飛岳断層群_若杉断層	若杉
堀田－朝見川断層	大分県(1999, 2000)	堀田断層	堀田
		朝見川断層	朝見川断層/朝見川
		鶴見岳北東	鶴見岳北東
由布院断層	活断層研究会編(1991)	由布院断層	由布院
ユムタ高原1断層	大分県(2000)	ユムタ高原1	ユムタ高原1
野稲岳断層群	活断層研究会編(1991)	野稲岳断層群	
		野稲岳断層群_水分断層	水分
		野稲岳断層群_野稲岳II断層	鹿伏
滝上南断層	大分県(2003)	滝上南	滝上南
崩平山断層群	活断層研究会編(1991)	崩平山断層群_扇山断層	扇山断層
		崩平山断層群_熊ノ墓断層	熊の墓断層
		崩平山断層群_千町無田断層	崩平山6
		崩平山断層群_崩平山V断層	崩平山7
		北方	北方
猪牟田断層	活断層研究会編(1991)	猪牟田断層	猪牟田
菅原断層	大分県(2004)	万年山地溝断層群_菅原1	菅原1
川底断層	活断層研究会編(1991)	万年山地溝断層群_川底断層	川底
吉武山断層	活断層研究会編(1991)	万年山地溝断層群_吉武山断層	吉武山
一手野－万年山断層群	大分県(2003)	万年山地溝断層群_万年山断層	一手野
			万年山
万年山地溝断層群	活断層研究会編(1991)	万年山地溝断層群_五馬市断層	五馬市
亀石山断層	活断層研究会編(1991)	万年山地溝断層群_亀石山断層	亀石山
涌蓋山北東方断層	大分県(2003)	涌蓋山北東方_挟間断層	涌蓋山北東方_挟間

表 10　別府湾－日出生断層帯（東部、西部）の将来の地震発生確率及び参考指標

項　　目	数　　値	備　　考
＜東部＞		
地震後経過率	0.2－0.3	
今後 30 年以内の発生確率	ほぼ０％	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 50 年以内の発生確率	ほぼ０％	
今後 100 年以内の発生確率	ほぼ０％－0.004％	
今後 300 年以内の発生確率	0.01％－0.7％	
集積確率	ほぼ０％	
＜西部＞		
地震後経過率	0.06－0.6	
今後 30 年以内の発生確率	ほぼ０％－0.05％	
今後 50 年以内の発生確率	ほぼ０％－0.08％	
今後 100 年以内の発生確率	ほぼ０％－0.2％	
今後 300 年以内の発生確率	ほぼ０％－0.6％	
集積確率	ほぼ０％－１％	
＜東部＞		
指標(1)　経過年数	ﾏｲﾅｽ５百年－ﾏｲﾅｽ８百年	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	0.3－0.5	
指標(2)	ほぼ０	
指標(3)	ほぼ０％	
指標(4)	ほぼ０	
指標(5)	0.0006－0.0008	
＜西部＞		
指標(1)　経過年数	ﾏｲﾅｽ１千８百年－ﾏｲﾅｽ１万６千年	
比	0.08－0.8	
指標(2)	ほぼ０－0.2	
指標(3)	ほぼ０％－１％	
指標(4)	ほぼ０－0.02	
指標(5)	0.00004－0.00008	

表 11　大分平野－由布院断層帯（東部）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	0.5－1.0	
今後 30 年以内の発生確率	0.03%－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 50 年以内の発生確率	0.06%－７%	
今後 100 年以内の発生確率	0.1%－10%	
今後 300 年以内の発生確率	１%－40%	
集積確率	0.08%－50%	
指標(1)　経過年数	ﾏｲﾅｽ７百年－６百年	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	0.7－１	
指標(2)	0.03－３	
指標(3)	0.08%－50%	
指標(4)	0.004－0.4	
指標(5)	0.0003－0.0004	

表 12　野稲岳－万年山断層帯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	0.4－1.0	
今後 30 年以内の発生確率	ほぼ０%－３%	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 50 年以内の発生確率	ほぼ０%－４%	
今後 100 年以内の発生確率	0.001%－９%	
今後 300 年以内の発生確率	0.02%－20%	
集積確率	ほぼ０%－50%	
指標(1)　経過年数	ﾏｲﾅｽ１千４百年－１千１百年	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	0.5－１	
指標(2)	ほぼ０－３	
指標(3)	ほぼ０%－50%	
指標(4)	ほぼ０－0.4	
指標(5)	0.0003	

表 13　崩平山－亀石山断層帯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	0.2 以下	
今後 30 年以内の発生確率	ほぼ０％	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 50 年以内の発生確率	ほぼ０％	
今後 100 年以内の発生確率	ほぼ０％	
今後 300 年以内の発生確率	ほぼ０％	
集積確率	ほぼ０％	
指標(1)　経過年数	ﾏｲﾅｽ２千２百年以下	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	0.3 以下	
指標(2)	ほぼ０	
指標(3)	ほぼ０％	
指標(4)	ほぼ０	
指標(5)	0.0001－0.0002	

注 16：評価時点はすべて 2005 年 1 月 1 日現在。「ほぼ 0%」は 10^{-3}%未満の確率値を、「ほぼ 0」は 10^{-5} 未満の数値を示す。なお、大分平野－由布院断層帯東部を除き、計算に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。大分平野－由布院断層帯東部（表 11）の場合、ポアソン過程を適用した場合の危険率は、２千３百分の１－３千分の１（0.0003－0.0004）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ほぼ０－７百分の１(0.001)であり、時間とともに増加する。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ほぼ０であれば今後約７百年を要し、７百分の１（0.001）であればすでに約６百年経過していることとなる。

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 分布モデルを適用した場合と、ポアソン過程を適用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の値を 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。