

## 万年山－崩平山断層帯の長期評価（第一版）

万年山（はねやま）－崩平山（くえのひらやま）断層帯は、大分県西部に分布する活断層帯である。ここでは、中央構造線断層帯の再評価に伴って、平成17年に地震調査研究推進本部地震調査委員会が公表した「別府－万年山断層帯の評価」の構成断層を見直し、その一部であった「野稻岳－万年山断層帯」および「崩平山－亀石山断層帯」を統合して、「万年山－崩平山断層帯」としてその諸特性を次のように評価した。<sup>\*</sup>

### 1 断層帯の位置及び形態

万年山－崩平山断層帯は、大分県西部に位置する断層帯である（図1）。万年山－崩平山断層帯は、大分県由布市湯布院町から大分県日田（ひた）市天瀬（あまがせ）町に至る長さ約31kmの西北西－東南東方向に延びる断層帯で、主として南側が相対的に低下する正断層である（図2、表1）。

### 2 断層帯の過去の活動

万年山－崩平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13世紀以降と推定される。一方、過去3回の活動時期から推定すると、平均活動間隔は2千1百－3千7百年程度であった可能性がある（表1）。

### 3 断層帯の将来の活動

万年山－崩平山断層帯は、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、その際には断層の南側が相対的に3m程度低くなる段差を生じる可能性がある（表1）。

万年山－崩平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2に示すとおりとなる（注1）。

### 4 今後に向けて

万年山－崩平山断層帯は、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が、それぞれの断層の活動は考慮できていない。この断層帯の周辺には、日出生断層帯や中央構造線断層帯（⑩豊予海峡－由布院区間）が互いに近接しており、これらの断層帯との関係についてさらなる検討が必要である。

また、火山活動とも密接な関係があることも考えられる。本評価では既往の評価同

<sup>\*</sup>地震調査研究推進本部地震調査委員会(2017)により、「中央構造線断層帯（金剛山地東縁－由布院）の長期評価（第二版）」が公表された。これによると、従来の「別府－万年山断層帯」（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005）の構成断層のうち一部区間が中央構造線断層帯に組み込まれることとなった。このため、従来の「別府－万年山断層帯」の区域分けを見直した結果、「別府－万年山断層帯」の構成断層帯である「野稻岳－万年山断層帯」と「崩平山－亀石山断層帯」とを統合し「万年山－崩平山断層帯」として評価することとした。

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、万年山－崩平山断層帯特有の断層形状や地質条件を考慮した評価手法について、今後検討していく必要がある。

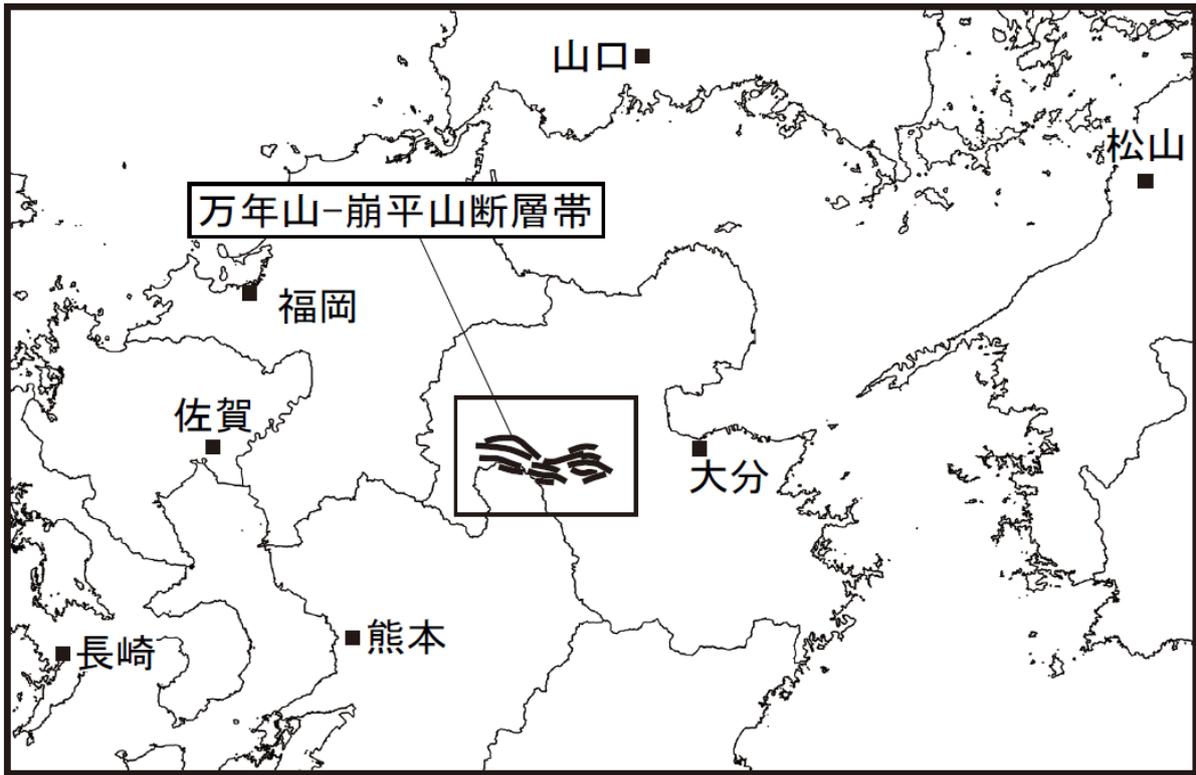


図1 万年山-崩平山断層帯の概略位置図  
(長方形は図2の範囲)

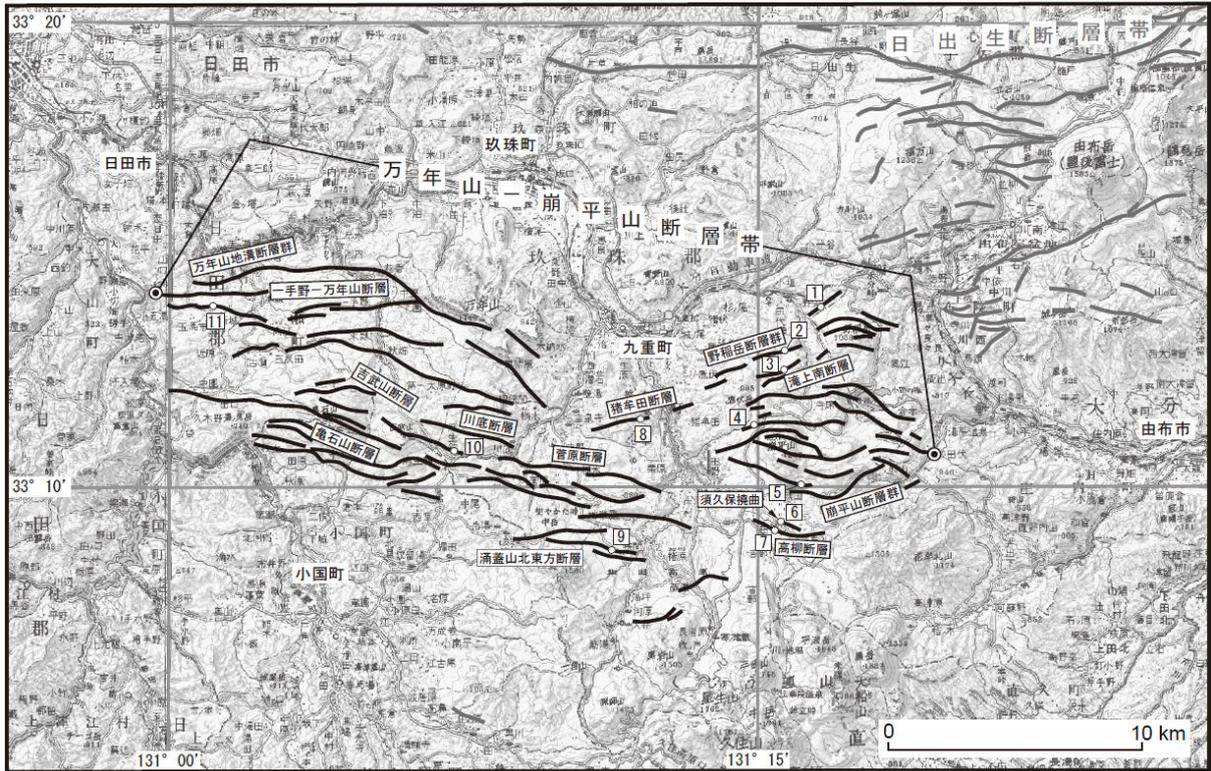


図2 万年山－崩平山断層帯の位置と主な調査地点

- 1 : 水分地点    2 : 鹿伏地点    3 : 滝上南地点    4 : 熊の墓地点    5 : 崩平山7地点  
 6 : 須久保地点    7 : 高柳地点    8 : 猪牟田地点    9 : 湧蓋山北東方地点  
 10 : 吉武山地点    11 : 五馬市地点

活断層の位置は文献5, 6, 7, 8に基づく。

◎ : 断層帯の端点

基図は国土地理院発行数値地図 200000「大分」を使用。

表1 万年山－崩平山断層帯の特性

項目	特性	信頼度 (注 2)	根拠 (注3)
1. 断層の位置・形状			
(1) 構成する断層	野稻岳 (のいねだけ) 断層群、猪牟田 (ししむた) 断層、一手野 (ひとての) 一万年山 (はねやま) 断層、万年山地溝断層群、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2、3、4、5、6、7、8
(2) 断層の位置・形状	<p>地表における断層帯の位置・形状</p> <p>断層帯の位置</p> <p>東端： 北緯 33° 11.0′ 東経 131° 19.2′</p> <p>西端： 北緯 33° 14.4′ 東経 130° 59.5′</p> <p>長さ 約 31km</p> <p>一般走向 N78° W</p>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>	文献5、6、7、8
	<p>地下における断層面の位置・形状</p> <p>長さ及び上端の位置： 地表での長さ・位置と同じ</p> <p>一般走向：地表における一般走向と同じ</p> <p>上端の深さ： 0km</p> <p>傾斜： 高角度南傾斜 (地表付近)</p> <p>地震発生層の深さ：10-15km 程度</p> <p>幅： 不明</p>	<p>○</p> <p>○</p> <p>◎</p> <p>○</p> <p>△</p>	<p>上端の深さが 0km であることから推定。</p> <p>傾斜は地形の特徴、および断層露頭から推定 (文献2、4、5)</p> <p>地震活動による</p>
(3) 断層のずれの向きと種類	主として南側が相対的に低下する正断層	○	地形の特徴、断層露頭から推定。
2. 断層の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	0.6 m/千年程度 (上下成分)	△	文献3
(2) 過去の活動時期	活動1 (最新活動) 13世紀以後	○	文献4、5

	活動2（1つ前の活動） 約3千9百年前以後、6世紀以前	○	
	活動3（2つ前の活動） 約7千3百年前以後、約5千1百年前以 前	○	
(3) 1回のずれの 量と平均活動 間隔	1回のずれの量 3m程度（上下成分）  平均活動間隔 約2千1百－3千7百年	△  ○	断層の長さから推定  過去3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7.3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2 将来の地震発生確率等

項 目	将来の地震発生確率等 (注4)	信頼度 (注5)	備 考
地震後経過率（注6）	<b>Zランク</b> 0.4以下		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	0.003%以下	a	
今後50年以内の地震発生確率	0.007%以下		
今後100年以内の地震発生確率	0.02%以下		
今後300年以内の地震発生確率	0.5%以下		
集積確率（注7）	0.003%以下		

注1：1995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（うち、1995年兵庫県南部地震と1858年飛越地震については「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）による暫定値）は以下のとおりである。

地震名	地震を引き起こした活断層	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)	野島断層(兵庫県)	0.4%—8%	2%—80%	約1.8—約3.0
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%—11%	ほぼ0%—90%より大	約1.9—約3.3
1847年善光寺地震(M7.4)	長野盆地西縁断層帯(長野県)	0.9%—17%	2%—90%より大	約1.0—約1.2

「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2千年の場合は30年確率の最大値は12%程度である。

注2：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3：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：活断層研究会編（1991）

文献3：九州活構造研究会編（1989）

文献4：大分県（2003）

文献5：大分県（2004）

文献6：千田ほか（2000）

文献7：田力ほか（2000）

文献8：中田・今泉編（2002）

注4：評価時点はすべて2017年1月1日現在。「ほぼ0%」は $10^{-3}$ %未満の確率値を示す。活断層における今後30年以内の地震発生確率が3%以上を「Sランク」、0.1~3%を「Aランク」、0.1%未満を「Zランク」、不明（すぐに地震が起きることが否定できない）を「Xランク」と表記している。地震後経過率（注6）が0.7以上である活断層については、ランクに「\*」を付記している。

注5：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。

注6：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。今回の評価の数字で、例えば、0.4は800年を2100年で割った値。

注7：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 万年山－崩平山断層帯に関するこれまでの主な調査研究

万年山－崩平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。

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年の大分県西部の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。

大分県(2003, 2004)は、万年山－崩平山断層帯を含めた総合的な調査を行い、平均的なずれの速度や活動履歴などを示し、断層帯の活動性を考察した。

### 2 万年山－崩平断層帯山の評価結果

地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005)は、万年山－崩平山断層帯を含む別府－万年山断層帯の長期評価を公表した。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。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たが、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(ひじょう)断層帯」、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」、大分県由布市湯布院町から日田(ひた)市大山(おおやま)町に至る「野稻岳(のいねだけ)－万年山断層帯」及び大分県由布市庄内町から日田市大山町に至る「崩平山(くえのひらやま)－亀石山(かめいしやま)断層帯」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。

一方、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2017)は、中央構造線断層帯の長期評価(第二版)を公表した。この中で、中央構造線断層帯の構成断層として、従来の別府－万年山断層帯の一部である、「別府湾－日出生断層帯」の一部および「大分平野－由布院断層帯」を含めることとなった。この理由として、文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学大学院理学研究科(2017)による別府湾内の反射法地震探査の再解析から、中央構造線断層帯と同様の構造が伊予灘から別府湾へと続くと判断されること、別府－万年山断層帯では起震断層として評価された別府湾海底断層群(活断層研究会編, 1991など)が、地震発生層ではその構造に収斂する二次的なものであることが構造探査から明らかになったことなどが挙げられる。このため、残る構成断層について改めて評価を行う必要が生じた。

本評価では、残る構成断層のうち従来の区間であった「野稻岳－万年山断層帯」と「崩平山－亀石山断層帯」とを合わせて「万年山－崩平山断層帯」として評価を行った。これは、「野稻岳－万年山断層帯」と「崩平山－亀石山断層帯」とが向かい合う構造でかつ近接していることが主な理由である。一方で、「万年山－崩平山断層帯」は後述の通り高角度南傾斜の断層面であるが、東側に近接する中央構造線断層帯(⑩豊予海峡－由布院区間)は北傾斜の断層面であることが、中央構造線断層帯とは別の断層として扱った理由の一つである。

万年山－崩平山断層帯を構成する各断層の位置は、活断層研究会編(1991)、九州活構造研究会編(1989)、大分県(2004)、中田・今泉編(2002)、千田ほか(2000)、大分県(2004)、および田力ほか(2000)などに示されている。

本評価では、各断層の位置について、主として中田・今泉編(2002)や千田ほか(2000)、大分県(2004)、田力ほか(2000)の結果を利用した。

## 2. 1 断層帯の位置・形態

### (1) 万年山一崩平山断層帯を構成する断層

万年山一崩平山断層帯は、大分県由布市湯布院町から日田市天瀬町まで、ほぼ東西方向に延びる断層帯であり、おおむね東から野稻岳断層群、滝上南断層群、崩平山断層群、猪牟田断層、菅原断層、涌蓋山北東方断層、川底断層、吉武山断層、亀石山断層、一手野一万年山断層、万年山地溝断層群などから構成される(図2)。

### (2) 断層帯の位置と形状

万年山一崩平山断層帯の長さは、図2に示された断層帯の西端と東端とを直線で結ぶと、断層帯全体で約31km、一般走向はN78°W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0kmとした。

2.2(1)にまとめられるように平均変位速度が最も大きいのは万年山断層となる。従って、断層面の傾斜は、万年山断層を代表的な断層と判断し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、地表付近では主に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10-15km程度と推定されていることから、10-15km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8)

2.2(1)にまとめられるように平均変位速度が最も大きいのは万年山断層となる。従って、万年山一崩平山断層帯の主たる変位の向きは万年山断層の変位の向きに代表されると考えられる。万年山断層の変位の向きは主として南側が相対的に低下する正断層であることから、万年山一崩平山断層帯の変位の向きは、主として南側が相対的に低下する正断層であると推定される。

## 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)(注8)

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によるフィッシュトラック年代)に噴出したとされている万年山溶岩が作る平坦面に、290m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0.55m/千年であったと求められる。

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40-120m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0.12-0.35m/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。

野稻岳断層群(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稻岳溶岩に50m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0.12m/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50m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0.11m/千年であったと求められる。

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130m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0.38m/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、万年山－崩平山断層帯の平均上下変位速度は、万年山断層を主断層と判断し、0.6 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）野稻岳断層群水分断層水分地点

大分県（2004）は、玖珠郡九重町（このえまち）野矢（のや）の野稻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3）。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<sup>14</sup>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。

#### b）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4）、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<sup>14</sup>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4）。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<sup>14</sup>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<sup>14</sup>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層は始良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。

#### c）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5）、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<sup>14</sup>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。

#### d）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6）、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<sup>14</sup>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<sup>14</sup>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<sup>14</sup>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、万年山-崩平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）南西方の野稻岳断層群鹿伏（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9）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。

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壤に亀裂を、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壤から約3千7百-3千5百年前の<sup>14</sup>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、玖珠郡玖珠町麻生鈞（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<sup>14</sup>C年代値を示す腐植層が変形しているが、その上位の始良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、

始良 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

万年山－崩平山断層帯周辺で発生した被害地震としては、1975 年大分県西部の地震（マグニチュード6.4）があるが、地震の規模がやや小さいため、万年山－崩平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。その他に万年山－崩平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、万年山－崩平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3千9百年前以後、6世紀以前、さらに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7）。なお、万年山－崩平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8）

万年山－崩平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、万年山－崩平山断層帯の長さは約31kmであることから、松田ほか（1980）による経験式（1）を用いると、1回の活動に伴う変位量は3m程度と計算される。以上のことから、万年山－崩平山断層帯の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。

$$D = 0.1L \quad (1)$$

ここで、Lは1回の地震で活動する断層区間の長さ（km）、Dは断層のずれの量（m）である。

### (4) 活動間隔

万年山－崩平山断層帯の平均活動間隔は2.2（2）で述べた最新活動時期と2つ前の活動時期とから約2千1百－3千7百年であった可能性がある。

### (5) 活動区間

万年山－崩平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

万年山－崩平山断層帯における、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震以降、平成28年（2016年）熊本地震の前までの最近5年間のGNSS連続観測結果から得られた水平ひずみ速度分布では、断層帯周辺で西北西－東南東方向のわずかな縮みと北北東－南南西方向のわずかな伸びが見られる（図8－1）。また、1994年までの約100年間の測地観測結果から得られた水平ひずみ速度分布では、断層帯の周辺で南北方向のわずかな伸びが見られる（図8－2）。

### (7) 地震観測結果

最近約20年間の地震観測結果によれば、万年山－崩平山断層帯付近では、断層帯とその南側に

位置する九重山との間でまとまった地震活動がみられる（図9-1）。また、断層帯の中央付近で小さな活動の塊がみられる他は、低調である。万年山-崩平山断層帯周辺における地震発生層の下限の深さは10-15 km 程度である。

1923年以降では、1975年4月21日に大分県西部の地震（M6.4）が発生した。この地震は、北西-南東走向の左横ずれ断層（Hatanaka and Shimazaki, 1988; Hatanaka and Takeo, 1989）で、南北張力の反映と見られる（宇津, 1999）。

## 2.3 断層帯の将来の活動

### (1) 活動区間と地震の規模

万年山-崩平山断層帯は全体が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31km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、その際に主として断層の南側が北側に対して3m程度低下する段差を生じる可能性がある。

$$\text{Log } L = 0.6 M - 2.9 \quad (2)$$

ここで、経験式(2)は松田(1975)による式でLは1回の地震で活動する断層区間の長さ(km)、Mは地震のマグニチュードである。

### (2) 地震発生の可能性

万年山-崩平山断層帯は平均活動間隔が2千1百年から3千7百年程度の可能性があり、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、0.4以下となる。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0.003%以下、0.007%以下、0.02%以下、0.5%以下となる。また、現在までの集積確率は、0.003%以下となる(表3)。

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。

## 3 今後に向けて

万年山-崩平山断層帯は、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。これらの断層が個別に活動する可能性については評価できなかった。周辺には日出生断層帯や中央構造線断層帯⑩豊予海峡-由布院区間が互いに近接するため、連続して活動する可能性も否定できない。さらに火山活動との関係も不明である。これらの問題を解決するために、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。

本評価では既往の評価同様、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、上記のような万年山-崩平山断層帯の分布・形状・地質条件も考慮し、さらに地震活動との関連性もふくめて、評価手法の高度化を今後も検討していく必要がある。

注8：「変位」を、1－3頁の本文及び9－15頁の表1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」が表1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9：始良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（暦年補正值）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。

## 文 献

- 千田 昇 (1979) : 中部九州の新时期地殻変動 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・池田安隆・中田 高・岡田篤正・宇根 寛 (2000) : 1:25,000 都市圏活断層図「別府」. 国土地理院技術資料 D1-No. 375.
- Hatanaka, Y. and K. Shmazaki (1988): Rupture process of the 1975 central Oita, Japan, earthquake, J. Phys. Earth, 36, 1-15.
- Hatanaka, Y. and M. Takeo (1989): Detailed rupture of the 1975 central Oita, Japan, earthquake inferred from near-field data, J. Phys. Earth, 37, 251-264.
- 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ュン・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 (2005) : 「別府一万年山断層帯の長期評価について」. 73p.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2017) : 「中央構造線断層帯 (金剛山地東縁一由布院) の長期評価 (第二版)」. 162p.
- 活断層研究会編 (1991) : 「新編日本の活断層一分布図と資料一」. 東京大学出版会, 437p.
- 九州活構造研究会編 (1989) : 「九州の活構造」. 東京大学出版会, 553p.
- 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.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) : 「新編 火山灰アトラス一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.
- 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.
- 文部科学省研究開発局・国立大学法人京都大学大学院理学研究科 (2017) : 別府一万年山断層帯 (大分平野一由布院断層帯東部) における重点的な調査観測 平成 26~28 年度成果報告書. 526p.
- 村井 勇・金子史朗 (1975) : 1975 年大分県中部地震の被害調査報告一とくに被害・地変と活断層の関係について一. 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-ROM 2 枚・付図 1 葉・60p.
- 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編 (1996) : 「第四紀露頭集一日本のテフラ」. 日本第四紀学会, 352p.
- Niklaus, T. R. (1991) : CalibETH version 1.5, ETH Zurich, 2disketts and manual, 151p.
- 大分県 (2003) : 「平成 14 年度地震関係基礎調査交付金 別府一万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 別府一万年山断層帯に関する調査 成果報告書」. 1-1-8-25.
- 田力正好・池田安隆・中田 高・岡田篤正・千田 昇・宇根 寛 (2000) : 1:25,000 都市圏活断

層図「森」. 国土地理院技術資料 D1-No. 375.

宇津徳治 (1999) : 地震活動総覧, 東京大学出版会, 876pp.

表3 地震発生確率及び参考指標

項目	数値 (注10)	備考
地震後経過率	0.4以下	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	0.003%以下	
今後50年以内の発生確率	0.007%以下	
今後100年以内の発生確率	0.02%以下	
今後300年以内の発生確率	0.5%以下	
集積確率	0.003%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。
指標(1)経過年数	マイナス600年以下	
比	0.6以下	
指標(2)	0.002以下	
指標(3)	0.003%以下	
指標(4)	0.0003以下	
指標(5)	0.0003-0.0005	

注10: 評価時点はすべて2017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。

指標(1)経過年数: 当該活断層があることによって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(ここではBPT分布モデルを適用した場合を考える)。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にあたる)。この指標は、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の値を超えた後の経過年数である。マイナスの値は、前者が後者に達していないことを示す。紀淡海峡-鳴門海峡の場合、後者の危険率は4000分の1(0.0003)回-6000分の1(0.0002)回であり、時間によらず一定である。前者は評価時点で20000分の1(0.000005回)-2500分の1(0.0004回)であり、時間とともに増加する。20000分の1であれば前者が後者の回数に達するには今後1千6百年を要するが、2500分の1であれば、前者が後者の回数に達してから3百年が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とした場合のそれを超えるまでの時間をBとする。前者を後者で割った値(A/B)。

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)。

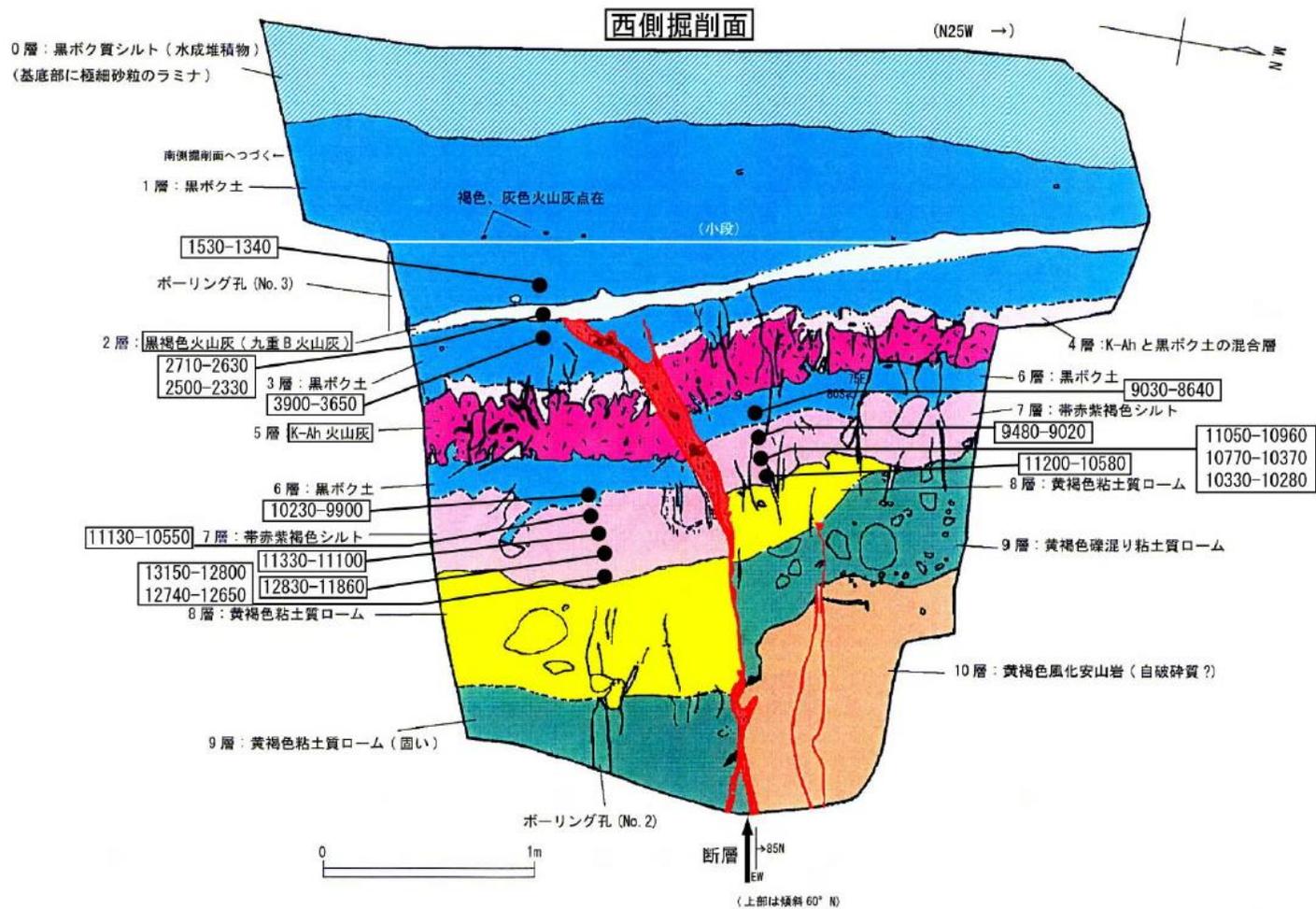


図3 水分断層でのトレンチスケッチ 大分県 (2004) に一部加筆

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

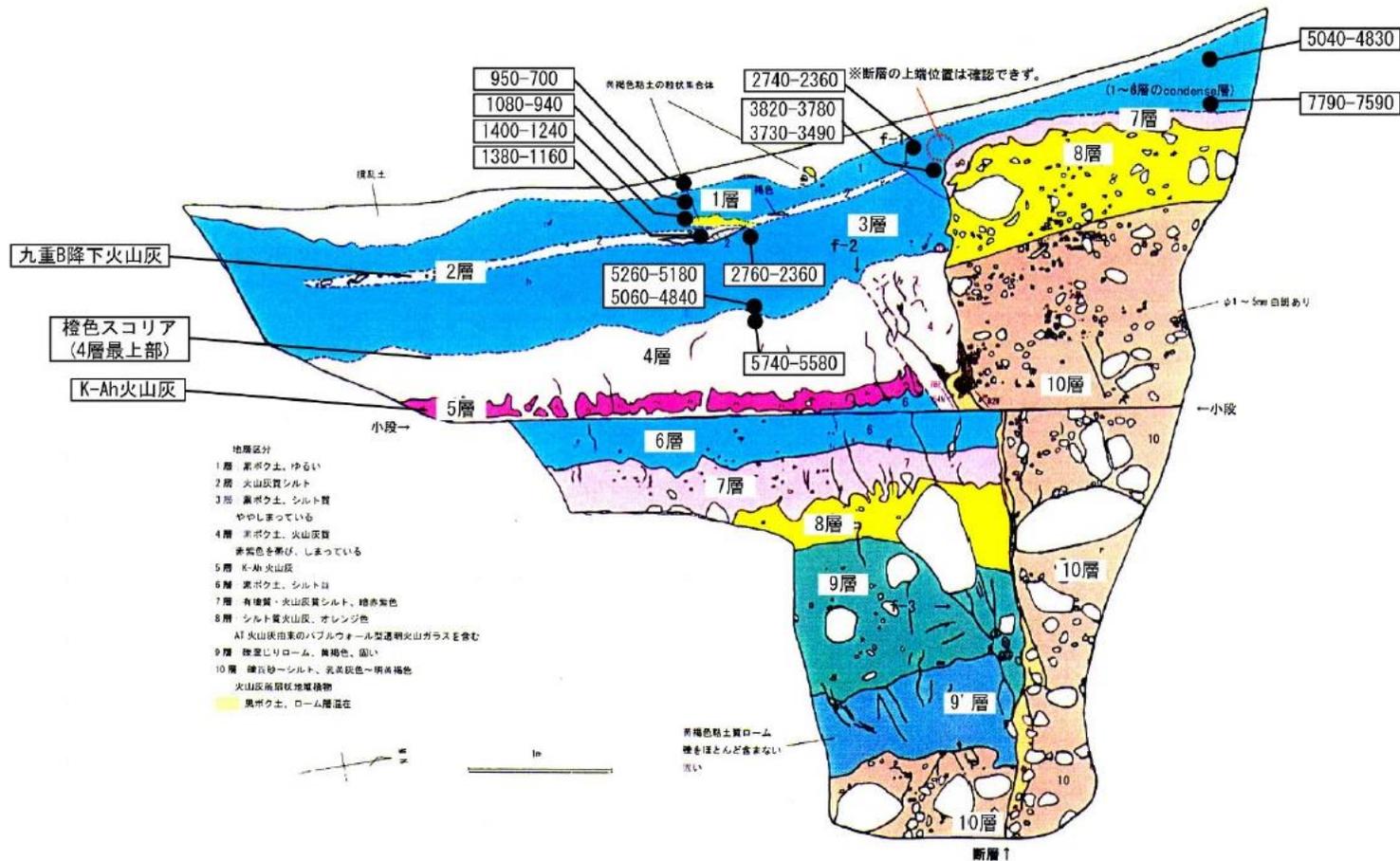


図4 熊の墓断層でのトレンチスケッチ 大分県 (2004) に一部加筆

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

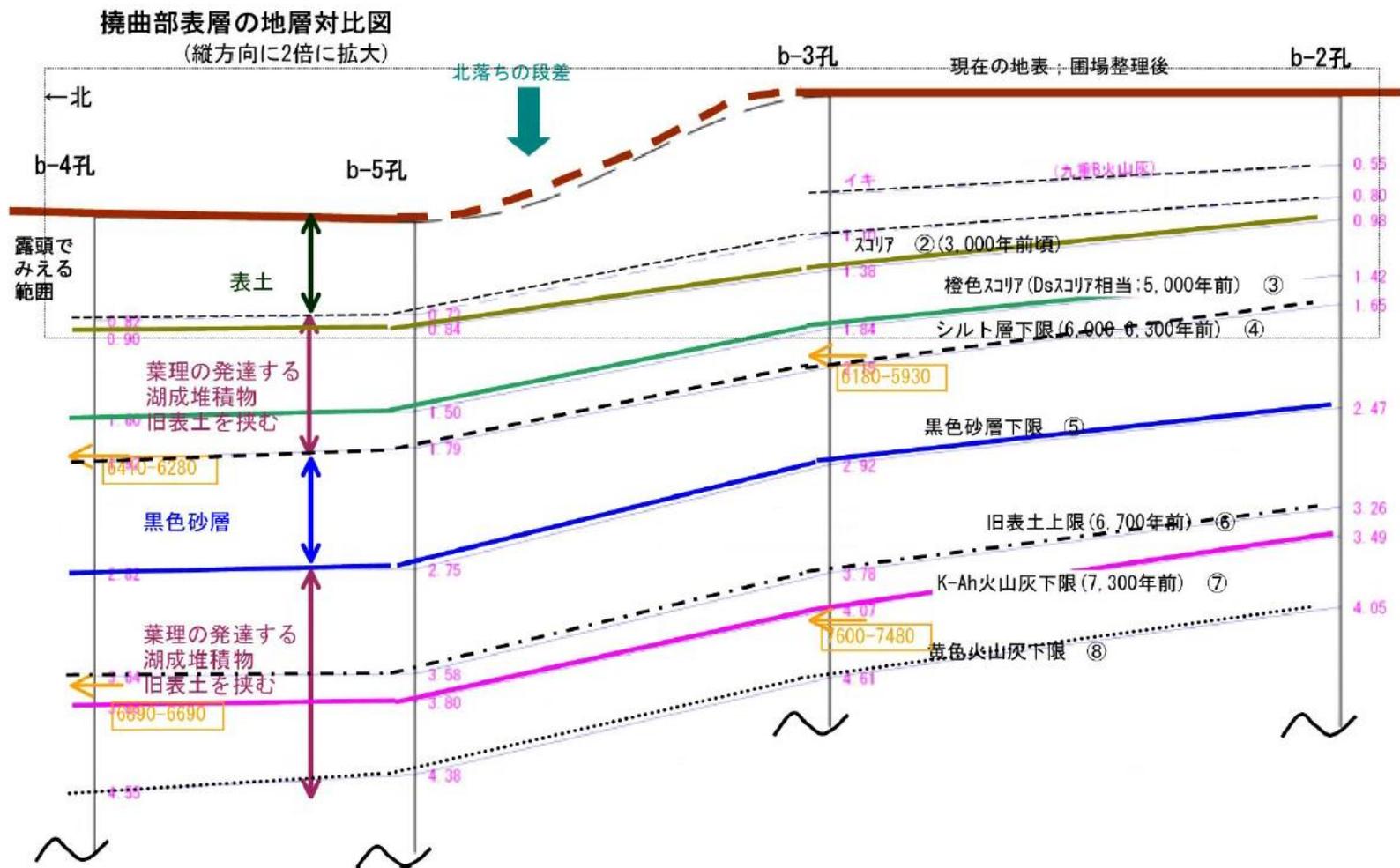


図5 須久保撓曲におけるボーリング調査結果 大分県 (2004) を一部修正  
年代測定試料について、10000年BPより新しい放射性炭素同位体年代値は Niklaus (1991) に基づいて暦年補正し、紀元後は世紀単位、紀元前を百年単位で四捨五入して表示すると以下のようになる。うち☆印が本評価で採用した年代試料。  
なお、年代試料は露頭より採取されている。  
☆1070±60 yBP → 9-11世紀 8970±40 yBP → 約1万年前 9890±60 yBP → 約1万1千年前

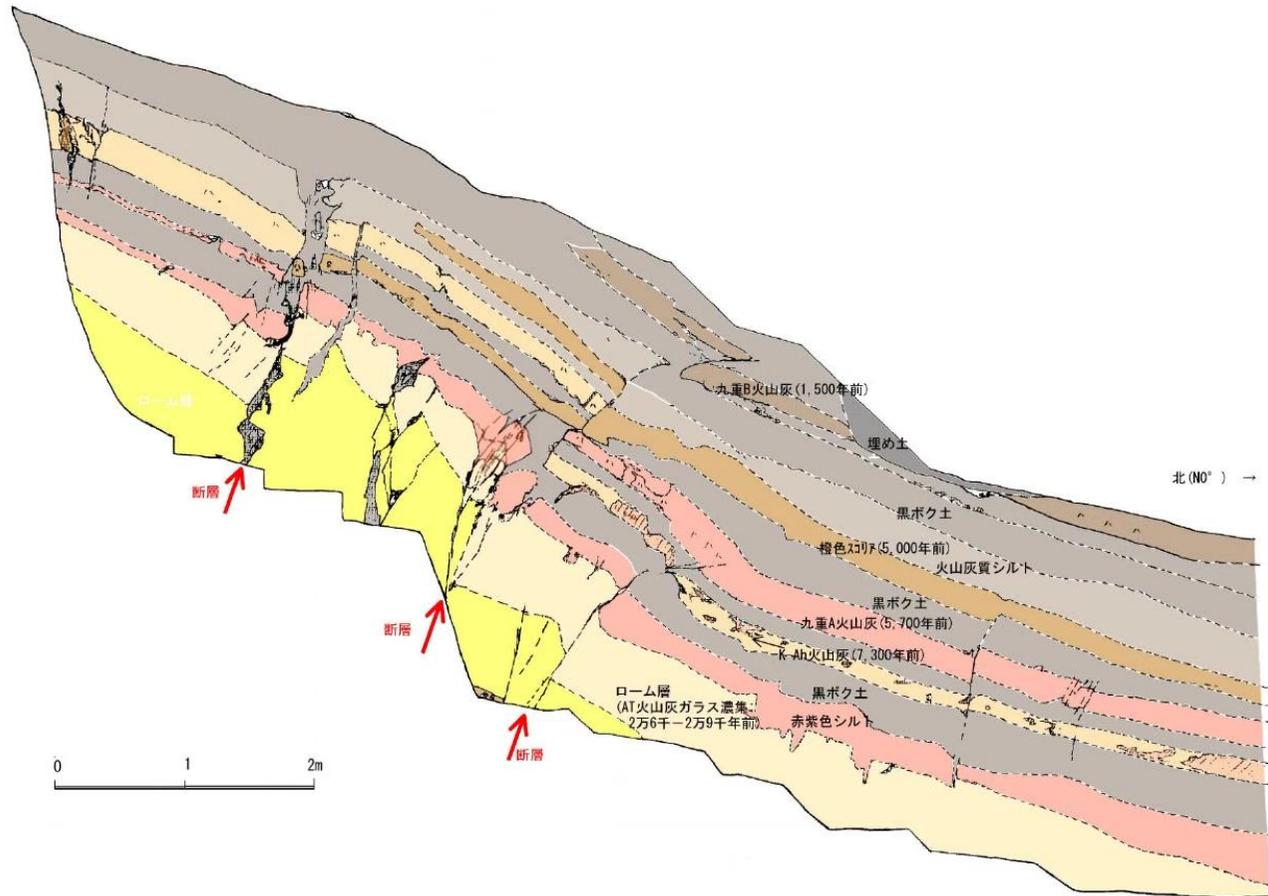


図6 高柳断層でのトレンチスケッチ 大分県 (2004) を一部修正

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

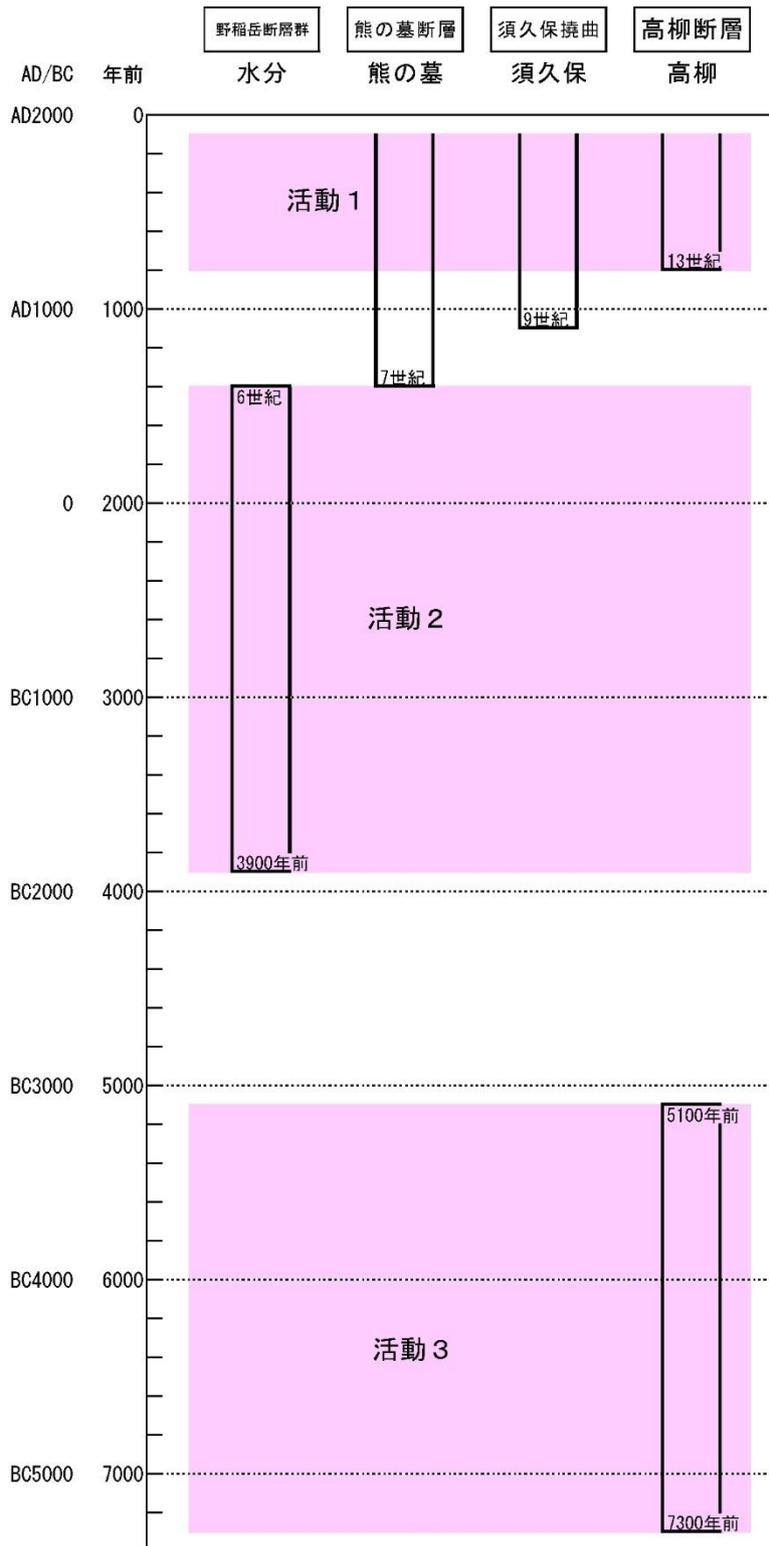


図7 万年山—崩平山断層帯の活動の時空間分布図

基準期間：2011/03/13 – 2011/04/11  
比較期間：2016/03/13 – 2016/04/11

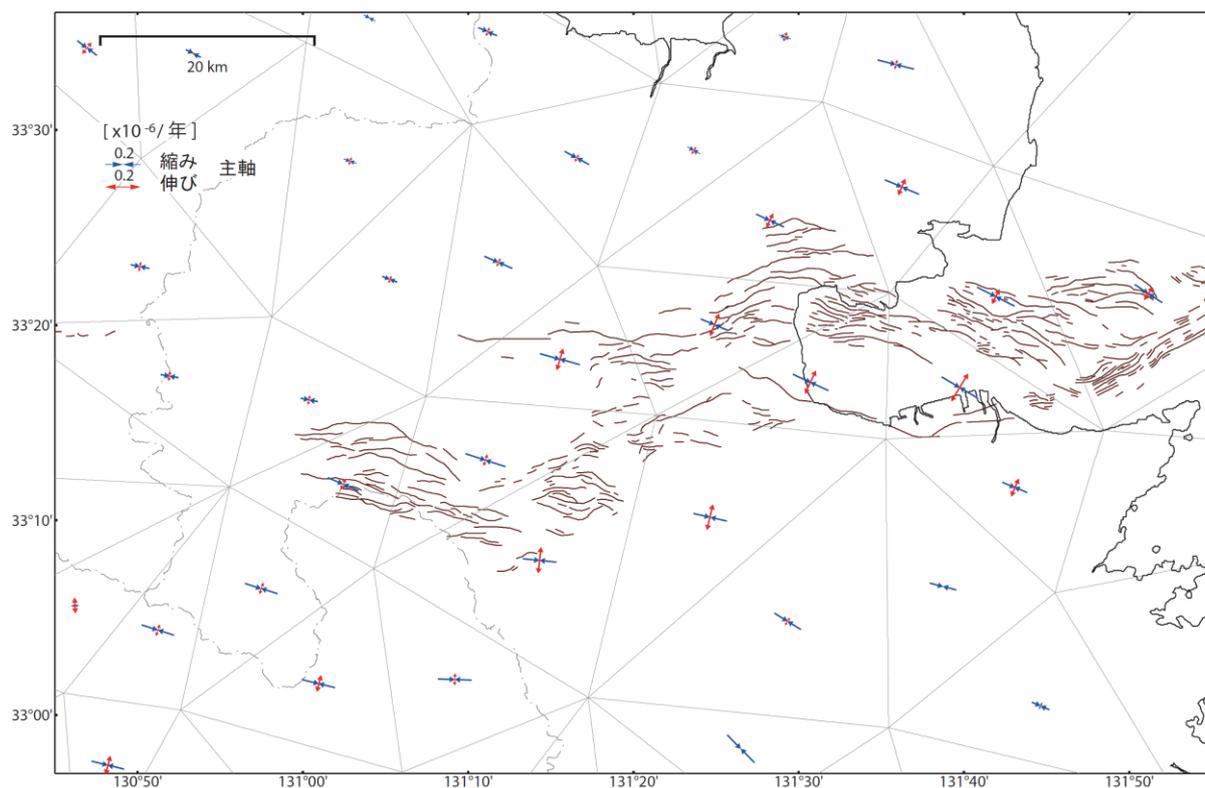


図 8 - 1 G N S S 連続観測に基づく万年山 - 崩平山断層帯周辺の水平ひずみ速度分布 (国土地理院作成)

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震以降、平成 28 年 (2016 年) 熊本地震の前までの最近 5 年間の G N S S 連続観測による万年山 - 崩平山断層帯周辺の水平ひずみ速度分布を表している。スケールは  $0.2 \times 10^{-6}$  / 年。

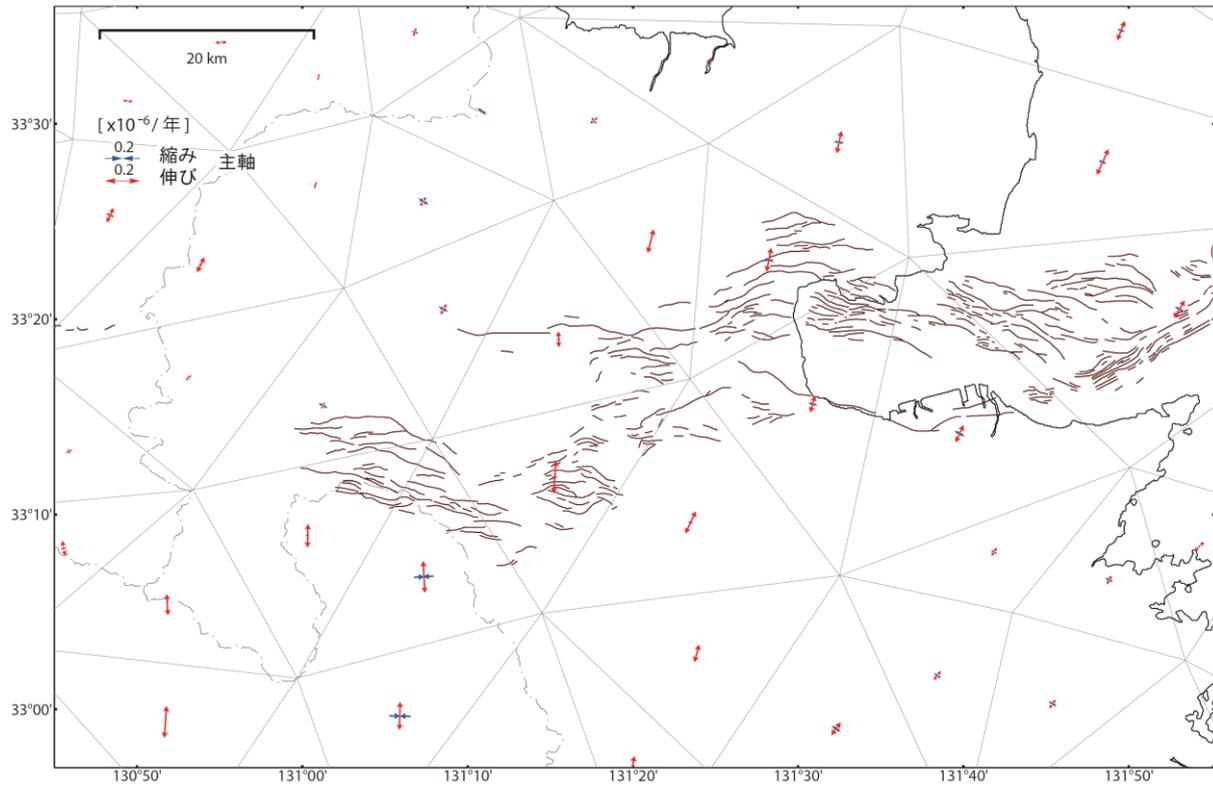


図 8 - 2 約 100 年間 (1883 年 ~ 1994 年) の測地観測に基づく万年山 - 崩平山断層帯周辺の水平ひずみ速度分布 (国土地理院作成)  
 スケールは  $0.2 \times 10^{-6}$  / 年

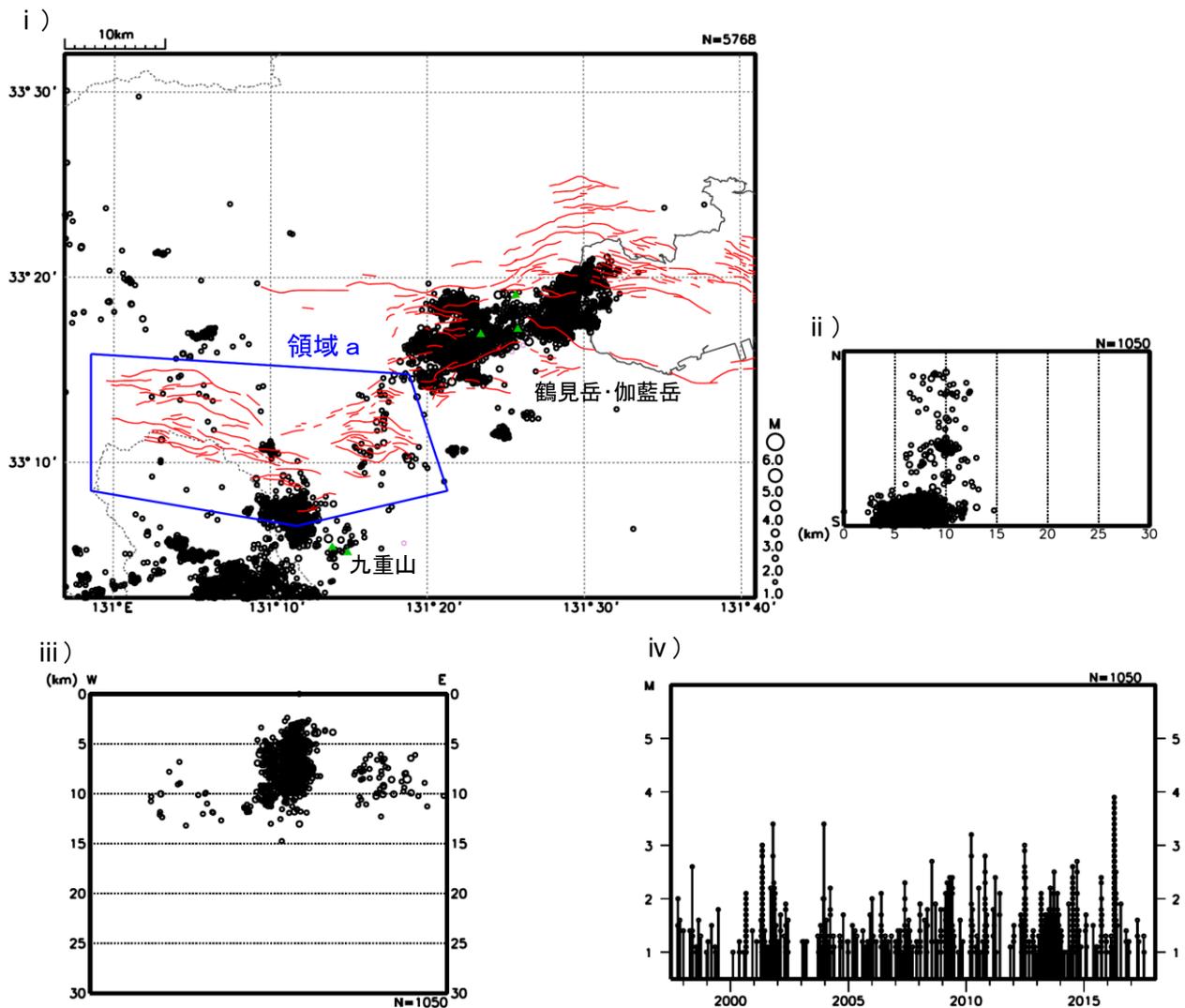


図 9 - 1 万年山－崩平山断層帯周辺の地震活動（気象庁作成）

i) 震央分布図（1997年10月1日～2017年9月30日、深さ30km以浅、M1.0以上）

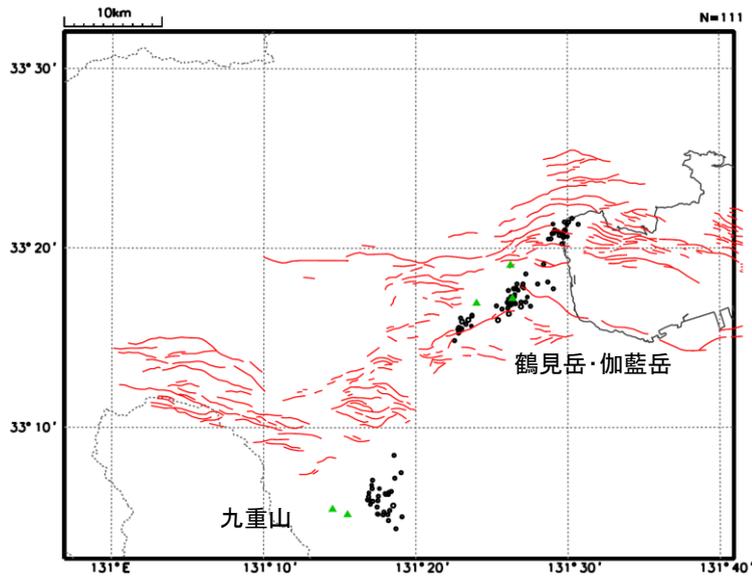
緑色の三角は活火山を示す

ii) i) の領域 a 内の南北投影の断面図

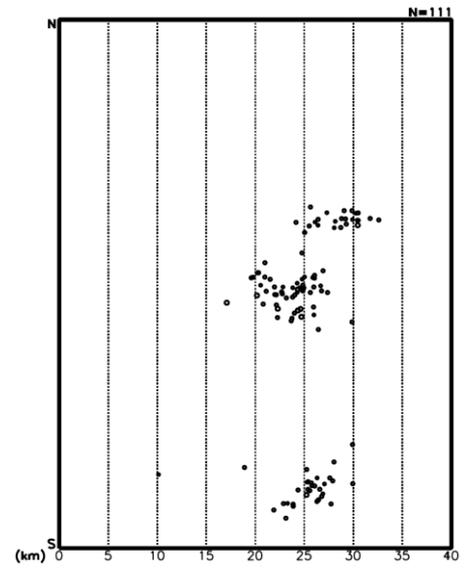
iii) i) の領域 a 内の東西投影の断面図

iv) i) の領域 a 内のM-T図（地震活動経過図）

i )



iii )



ii )

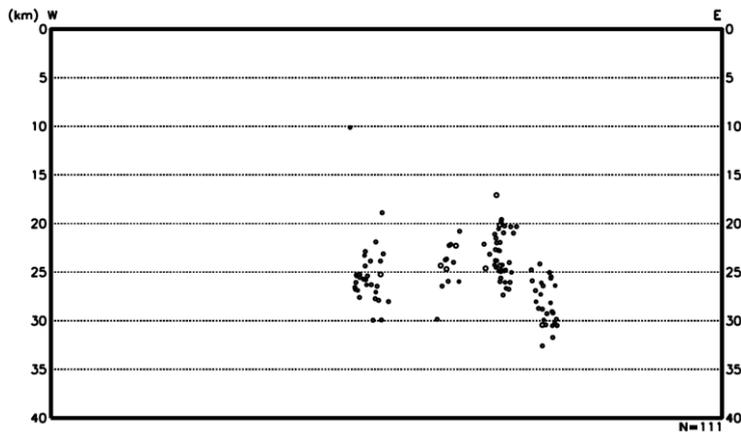


図 9 - 2 万年山－崩平山断層帯周辺の低周波地震活動（気象庁作成）

i ) 震央分布図（1997年10月1日～2017年9月30日、深さ40km以浅、Mすべて）

緑色の三角は活火山を示す

ii ) i ) の東西投影の断面図

iii ) i ) の南北投影の断面図

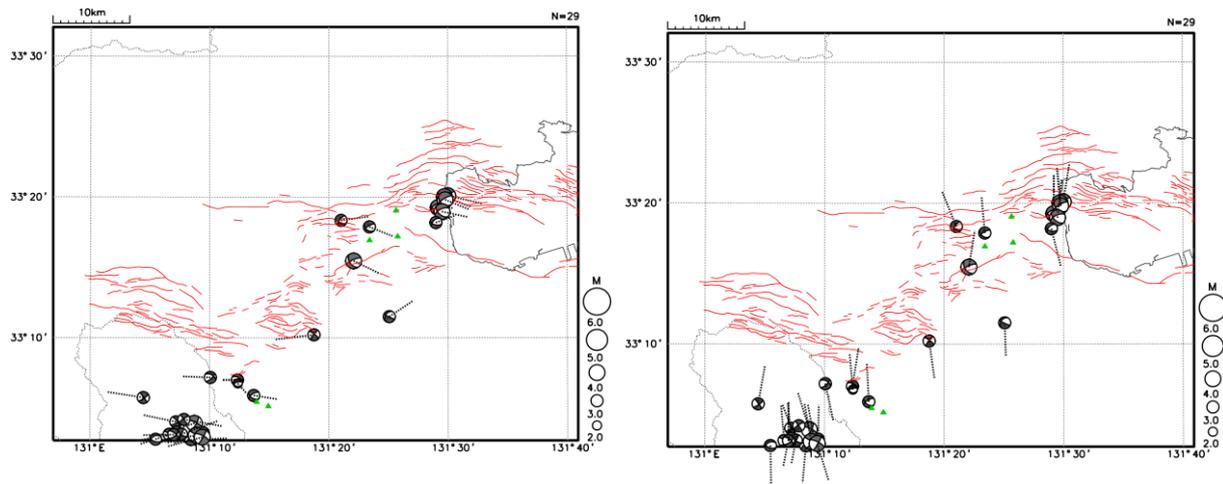


図9-3 万年山-崩平山断層帯周辺の地震の発震機構（P波初動解による下半球投影）と圧力軸（左）と張力軸（右）の分布（気象庁作成）

1997年10月1日～2017年9月30日（深さ30km以浅、M2.0以上）、緑色の三角は活火山を示す。