

## 菊川断層帯の長期評価について

平成15年9月10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、39断層帯の長期評価を行い公表した。

今回、引き続き、菊川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。

### <修正履歴>

- ・平成17年1月12日 経験式を用いた場合のマグニチュード表記の変更

## 菊川断層帯の評価

菊川断層帯は、山口県西部から響灘にかけて分布する活断層帯である。ここでは、平成 8、9 年度に山口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. 菊川断層帯の位置及び形状

本断層帯は、山口県西部の下関市から豊浦郡菊川町をとおり、神田岬南岸を経て、沖合の響灘にかけて分布する。長さは約 44km 以上で、概ね北西－南東方向に延びており、左横ずれを主体とし、北東側隆起の逆断層成分を伴う断層である(図 1、2、表 1)。

### 2. 断層帯の過去の活動

本断層帯の最新活動は、約 8 千 5 百年前以後、約 2 千 1 百年前以前にあった可能性がある。しかし、信頼できる平均的なずれの速度や活動間隔は得られていない(表 1)。

### 3. 断層帯の将来の活動

本断層帯では、全体が 1 つの区間として活動し、マグニチュード 7.6 程度以上の地震が発生すると推定される。この場合、断層を挟んで 3－4 m 程度以上の左横ずれが生じる可能性がある(表 1)。本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

本断層帯では、平均活動間隔が得られておらず、将来における地震発生の可能性を評価することができない。また、最新活動時期も十分に絞り込まれておらず、平均的なずれの速度など、過去の活動に関する資料がほとんど得られていない状況にある。このため、過去の活動に関する信頼できる資料を得る必要がある。また、本断層帯はさらに北西側に延びていると推定されるため、海域の調査を行って、断層の分布範囲を明らかにする必要がある。

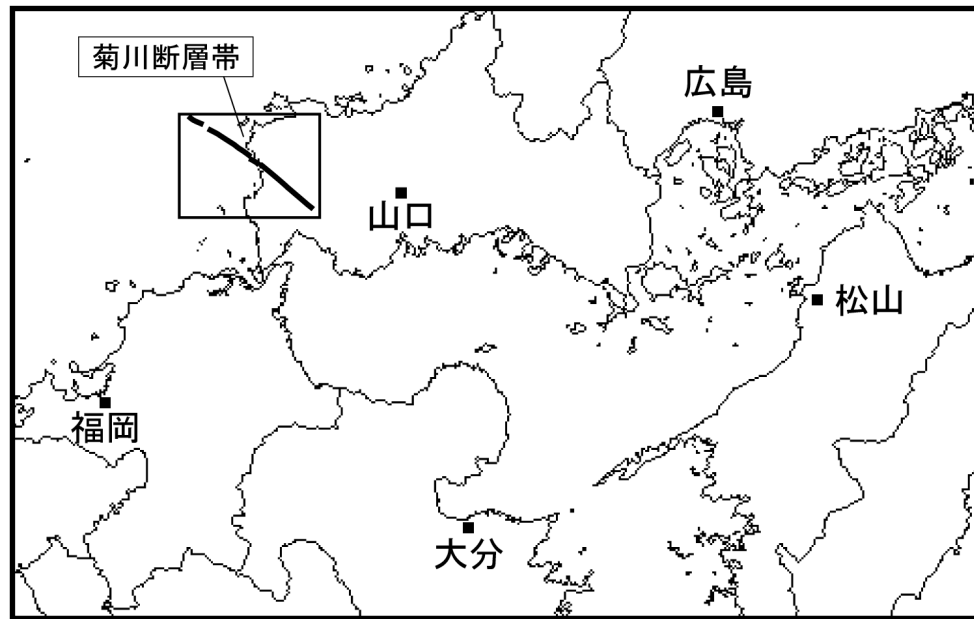


図1 菊川断層帯の概略位置図  
(長方形は図2の範囲)

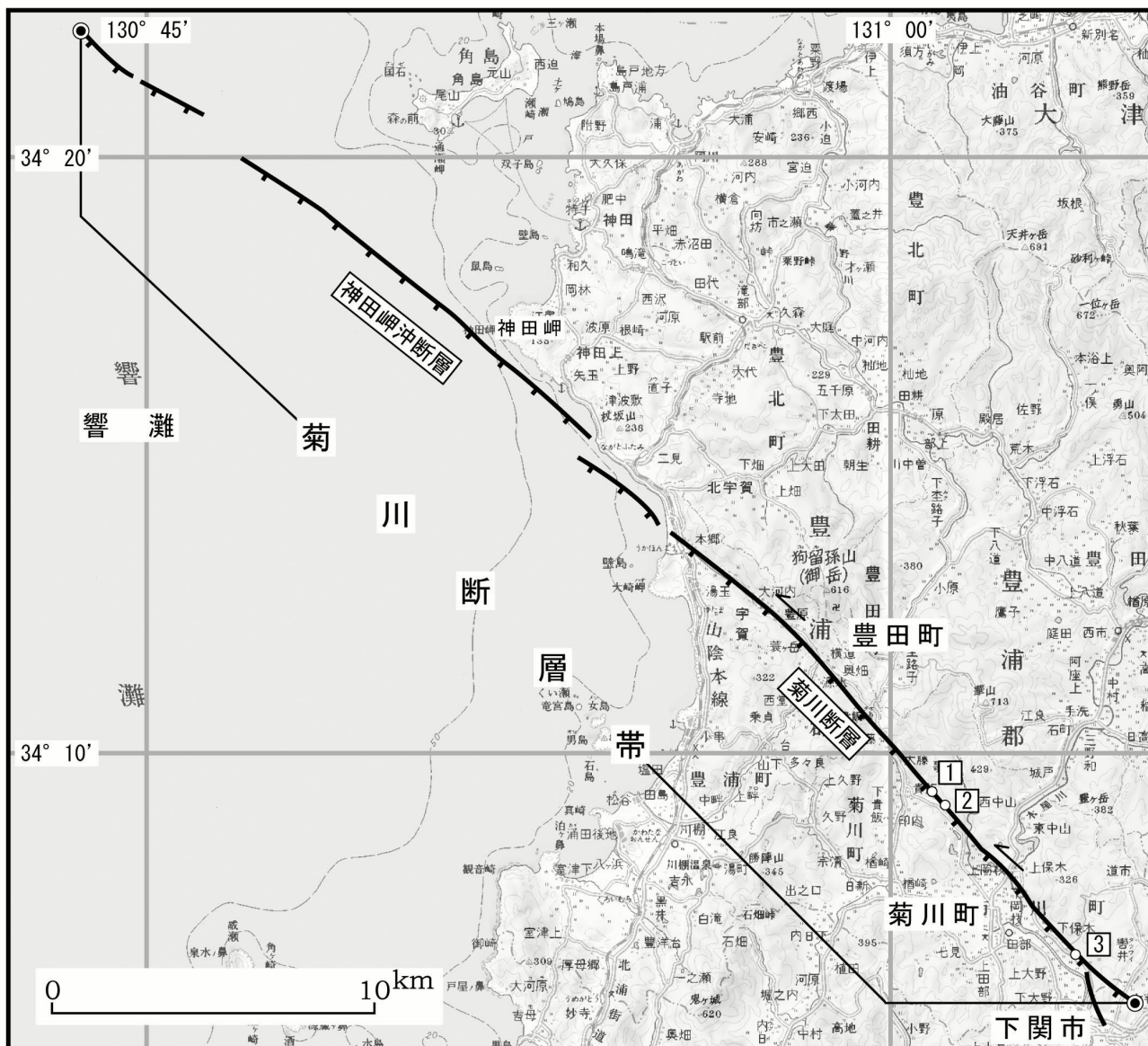


図2 菊川断層帯の活断層位置と主な調査地点

1：上岡枝地点 2：上岡枝下流地点 3：下保木地点

●：断層帯の北西端と南東端（ただし、北西端については確認されている範囲）

活断層の位置は文献1及び2に基づく。

基図は国土地理院発行数値地図200000「山口」及び「小串」を使用。

表 1 菊川断層帯の特性

| 項 目                 | 特 性                                                                                                                                                                                                                                                                      | 信頼度<br>(注 1)                                                   | 根 拠<br>(注 2)                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 断層帯の位置・形状        |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                      |
| (1) 構成する断層          | 菊川断層、神田岬沖断層                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                | 文献 1、2 による。                                                                                                                                                                                                                          |
| (2) 断層帯の位置・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<br/> (北西端) 北緯 34° 22′ 東経 130° 44′<br/> (確認されている範囲)<br/> (南東端) 北緯 34° 06′ 東経 131° 05′<br/> 長さ 約 44km 以上</p> <p>地下における断層帯の位置・形状<br/> 長さ及び上端の位置 地表での長さ・位置と同じ</p> <p>上端の深さ 0 km</p> <p>一般走向 N50° W</p> <p>傾斜 高角、北東傾斜 (地表近傍)</p> <p>幅 不明</p> | <p>△</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> | <p>文献 1、2 による。数値は図 2 から計測。なお、断層はさらに北西に延びる可能性がある。このため、長さは 44km 「以上」とした。</p> <p>上端の深さが 0 km であることから推定。</p> <p>一般走向は断層帯の北西端と南東端を直線で結んだ方向 (図 2 参照)。</p> <p>傾斜は文献 3、4 に示された露頭やトレンチ調査結果による。</p> <p>幅は不明であるが、地震発生層の下限の深さは概ね 10-15km 程度。</p> |
| (3) 断層のずれの向きと種類     | 左横ずれ断層<br>北東側隆起の逆断層成分を伴う                                                                                                                                                                                                                                                 | ◎                                                              | 文献 1、2 などに示された資料から推定。                                                                                                                                                                                                                |
| 2. 断層帯の過去の活動        |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                      |
| (1) 平均的なずれの速度       | 不明                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                      |
| (2) 過去の活動時期         | 活動時期 (最新活動) :<br>約 8 千 5 百年前以後、約 2 千 1 百年前以前                                                                                                                                                                                                                             | △                                                              | 文献 4 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 : 3 - 4 m 程度以上 (左横ずれ成分)<br>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地震の規模 | 活動区間 :<br>断層帯全体で1区間<br>地震の規模 :<br>マグニチュード7.6程度以上<br>ずれの量 :<br>3－4m程度以上(左横ずれ成分) | ○<br><br>○<br>△ | 地表及び海底の断層形態から推定。<br>断層の長さから推定。<br>断層の長さから推定。 |

注1：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2：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

- 文献1：海上保安庁(1985)
- 文献2：中田・今泉編(2002)
- 文献3：山口県(1997)
- 文献4：山口県(1998a)

## (説明)

### 1. 菊川断層帯に関するこれまでの主な調査研究

辻村(1932)は、山口県西部に北西-南東方向に延びる長さ約 10km の御岳断層崖を図示した。その後、小林(1950)は、この付近に認められる延長約 24km の地質断層を記載した。松田ほか(1976)は、辻村(1932)の指摘した断層崖の南東側に、さらに南東方向に延びる断層として、北東側隆起の推定活断層を示し、これを狗留孫(くるそん)山南西断層と呼んだ。活断層研究会編(1980)は左横ずれを主体とし北東側隆起の断層として、これを菊川断層と命名した。

堤(1991)はトレンチ調査を行い、過去の活動時期を推定した。また、山口県(1997, 1998a)は、地形・地質調査、反射法弾性波探査及びボーリング・トレンチ調査など菊川断層における総合的な調査を行った。

本断層帯の陸域における活断層の位置は、活断層研究会編(1991)、山口県(1998a)、中田・今泉編(2002)などに、また海域における位置は海上保安庁(1985)に示されている。

### 2. 菊川断層帯の評価結果

#### 2. 1 断層帯の位置・形態

##### (1) 断層帯を構成する断層

活断層研究会編(1991)は、山口県西部に位置する神田岬の南側の沿岸域から山口県厚狭(あさ)郡山陽町に至る断層を菊川断層としている。また、海上保安庁(1985)によると、菊川断層の北西側には、ほぼ連続して沖合に向けて神田岬沖断層が延びている。地震調査研究推進本部(1997)は、基盤的調査観測対象の活断層のひとつとして菊川断層を選定しているが、ここでは、海域の神田岬沖断層も含めて菊川断層帯として評価した。

菊川断層の南東端について、活断層研究会編(1991)はその末端部を確実度Ⅲの活断層としている。一方、中田・今泉編(2002)及び山口県(1998a)は概ね一致し、活断層研究会編(1991)の南東端部の確実度Ⅲの部分の大部分削除して、南東端を下関市大判付近としている。

また、神田岬沖断層のさらに北西側では活断層の存在等を対象とした詳細な調査は行われていないが、音波探査結果によると、神田岬沖断層の延長方向にも断層の存在を示唆する資料が得られており(海上保安庁、未公表資料)、断層はさらに北西側に延びている可能性もある。

ここでは、本断層帯を構成する断層の位置及び名称は海上保安庁(1985)及び中田・今泉編(2002)によった。

##### (2) 断層面の位置、形状

本断層帯の長さ及び一般走向は、確認されている断層帯の北西端と南東端を直線で結ぶとそれぞれ約 44km、N50° Wとなる。ただし、上述のように断層はさらに北西側に延びている可能性もある。このため、断層の長さは約 44km 以上となる。

断層面上端の深さは、断層変位が地表または海底に達していることから 0 km とした。

後述のように本断層帯は左横ずれを主体とし、北東側隆起を伴う断層である。地表及び海底における断層トレースが直線的であること、また、断層露頭やトレンチ壁面に認められる断層の傾斜などから、断層面の傾斜は浅いところでは高角と推定される。また、この付近では東西圧縮の地殻応力が推定されることから、北東傾斜と推定される。なお、山口県(1997)は、菊川断層の北西端に近い豊田町本郷で浅層反射法探査を実施している。断面図からは約 30° で北東側に傾く不連続面が認められるが、山口県(1997)はこれを地層境界としており、断層面とはしていない。

##### (3) 断層の変位の向き(ずれの向き：注3)

本断層帯は活断層研究会編(1991)、海上保安庁(1985)に示された変位地形などから、左横ずれを主体とする断層で、北東側隆起の逆断層成分を伴うと考えられる。

#### 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3)

本断層帯では、平均変位速度として評価できる資料は得られていない。

山口県（1998a）は、菊川町上岡枝（かみおかえだ）で実施したトレンチで、壁面に認められた地層の上下変位量と年代値及び断層面に認められた条線の方から、その平均変位速度（すべり方向の変位速度）を  $0.14-0.18\text{m/千年}$  と求め、さらに、菊川町下保木（しもほき）地区で掘削したトレンチにおいても同様の方法で  $0.12-0.15\text{m/千年}$ （すべり方向の変位速度）と求めた。しかし、前者は、山口県（1998a）が示したトレンチ壁面に認められる上下変位の方と条線の方からは断層の変位の向きは右横ずれとなり、地形から得られた変位の向きと矛盾する。後者については、最近になってトレンチよりも北東側に断層線の存在が示されており（中田・今泉編, 2002）、この数値が菊川断層の平均変位速度を示しているとはいえない。

## （2）活動時期

### ○地形・地質的に認められた活動

菊川断層帯では、過去の活動時期を推定するための以下の調査が行われている。

菊川町上岡枝では、山口県（1998a）による2つのトレンチ調査（上岡枝上流地点、上岡枝下流地点）と、堤（1991）によるトレンチ（上岡枝地点）の計3つのトレンチ調査が行われている。

上岡枝下流地点では、トレンチ内に細礫-中礫主体の旧河川堆積物（⑤層）を切る高角の断層が認められた（図3）。山口県（1998a）は、⑤層に含まれる花粉の分析結果から、⑤層の年代を約8千5百-7千年前としている。このことと、東壁面で⑥層のうち断層を覆っていると推定される部分から得られた $^{14}\text{C}$ 年代値から、約8千5百年前以後、約2千1百年前以前に活動があった可能性がある。ただし、ここで用いた花粉分析試料は連続的に得られたものではないため、年代値に関する信頼度はやや低い。なお、山口県（1998a）は、トレンチ壁面に現れた断層の位置から4-5m程度南側のトレンチ底面付近に分布する粘土が断層活動により生成されたものであるとして、この粘土に挟まれていた木片の $^{14}\text{C}$ 年代値から最新活動に先行する活動の時期（暦年補正して約3万2千年前以後）を推定している。しかし、この粘土は基盤岩が断層によって破碎され形成されたもので年代値を得た木片は粘土中に入り込んだ後世の植物根である可能性も否定できないことから、これをもって最新活動に先行する活動の時期を限定することは困難である。

堤（1991）は、上記の山口県（1998a）の調査に先行して、上岡枝下流トレンチの北西側約600m付近の場所でトレンチ調査を実施した（上岡枝地点）。トレンチ壁面では高角の断層が認められ、北壁面では断層が上部に向かって分岐し、楔状の落ち込みを作るように分布している。この楔状の部分にはほぼ水平に砂礫層（2層）が堆積している。断層は南壁面でも認められるがこのような楔状の部分は認められず、2層は分布しない。堤（1991）は、北壁面でこれら楔状の部分を埋めるように堆積する2層には変位を受けた様子が見られないとして、断層活動は3層堆積後、2層堆積前とした。しかし、ルーズな礫層が垂直な壁を維持し、その後に2層が堆積したとは考えにくい。したがって、これらの地層は横ずれ断層活動に伴って側方からもたらされた可能性がある。以上のことから、本地点における最新活動は2層堆積後であった可能性があり、この地層から得られた $^{14}\text{C}$ 年代値から、その時期は約1万7千年前以後となる。

また、山口県（1998a）は、上岡枝から南東に約6kmの菊川町下保木地点でボーリング及びトレンチ調査を実施した。本地点は中田・今泉編（2002）による菊川断層の南東端付近に位置する。山口県（1998a）は、ボーリング及びトレンチ調査の結果、始良 Tn 火山灰層及びこれより下位の地層が上位の地層に比べて大きく傾いており、これが断層活動による変形と考えられるとして、その上下の地層から得られた $^{14}\text{C}$ 年代値をもとに活動時期を推定した。しかし、本地点付近は山裾の扇状地をなしており、山口県（1998a）が断層活動による変形とした地層の傾きは初生的なものである可能性がある。また、トレンチ北壁面のスケッチで山口県（1998a）が示した2条の断層に沿っては、横切る地層に変位は認められない。以上のことから、本地点の調査結果は始良 Tn 火山灰堆積後に断層活動があったことを示す資料とはならない。ただし、山口県（1998a）が断層を示した位置には基盤岩の段差が認められ、これを直接覆う砂層も変形しているようにも見えることから、始良 Tn 火山灰層の堆積前に断層活動があった可能性は否定できない。一方、中田・今泉編（2002）は、本トレンチ掘削地点の北東側に断層線を示している。このため、本地点付近で始良 Tn 火山灰降灰後に活動がなかったともいえない。



## ○先史時代・歴史時代の活動

本断層帯付近に被害をもたらした歴史地震は知られていない。

以上のことから、菊川断層帯では、約 8 千 5 百年前以後、約 2 千 1 百年前以前に最新活動があった可能性がある。それ以外の活動に関しては資料が得られていない。

### （３）１回の変位量（ずれの量）（注３）

本断層帯は、長さが 44km 以上であることから、下記の経験式（１）、（２）を用いると、本断層帯の１回の活動に伴う変位量は約 3.5m 以上と求められる。したがって、本断層帯の１回の活動に伴う左横ずれ変位量は 3－4 m 程度以上であった可能性がある。

なお、山口県（1998a）は、上岡枝下流トレンチ及び下保木トレンチで、断層による地層の上下変位量と断層面に認められる条線の方法を求め、これらから断層活動による断層面に沿う変位量をそれぞれ 1.58m、1.33m と求めている。しかし、上述のように、前者は変位の向きが本断層帯の向きと異なること、後者は山側に断層線が認められることから、いずれも菊川断層の１回の変位量を示す資料とはならない。

用いた経験式は松田（1975）による次の式である。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。

$$\text{Log } L = 0.6M - 2.9 \quad (1)$$

$$\text{Log } D = 0.6M - 4.0 \quad (2)$$

### （４）活動間隔

本断層帯では、複数の活動時期、平均変位速度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

本断層帯は、断層がほぼ連続的に分布することから、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

本断層帯のうち、陸域の菊川断層周辺における 1994 年までの約 100 年間及び 1985 年からの約 10 年間の測地観測結果によると、本断層周辺における歪は小さく、最近 5 年間の G P S 観測結果でも顕著な歪は見られない。

### （７）地震観測結果

本断層帯付近の最近約 5 年間の地震観測結果によると、低頻度であるが小規模な地震が観測されており、地震発生層の下限の深さは概ね 10－15km 程度である。なお、断層帯の南東端付近からその延長部にかけては、1991 年に M6.0 の地震が発生するなど、断層帯周辺と比較して小規模な地震の活動が相対的に活発である。

## 2. 3 断層帯の将来の活動

### （１）将来の活動区間及び地震の規模

本断層帯は、上述のとおり全体が１つの活動区間として同時に活動すると推定される。この場合は、断層帯の長さが約 44km 以上であることから、上記経験式（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 程度以上となり、3－4 m 程度以上の左横ずれが生じる可能性がある。

### （２）地震発生の可能性

本断層帯では、平均活動間隔が得られていないため、将来における地震発生の可能性は不明である。

### 3. 今後に向けて

本断層帯では平均変位速度、平均活動間隔など、過去の活動に関する基本的な資料が得られておらず、最新活動時期も十分に絞り込まれていない。このため、将来における地震発生の可能性に関して評価ができない状況にある。本断層帯においては、過去の活動に関するこれらの基本的な数値を得るための調査が必要である。

本断層帯は北西側にさらに延びていると推定されるため、海域の調査を行って北西延長部における断層の分布範囲を明らかにする必要がある。

注3：「変位」を、1 ページの本文及び4－5 ページの表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」が本文や表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（たわ）みの成分」よりなる。

注4：始良 Tn (AT) 火山灰層の降下年代値は、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。

注5：10,000 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た値を用いた。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 1 千年単位で示した。

### 文 献

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.

海上保安庁（1985）：5 万分の 1 沿岸の海の基本図海底地形地質調査報告「角島」．65p.

活断層研究会編（1980）：「日本の活断層一分布図と資料一」．東京大学出版会，363p.

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.

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.

小林貞一（1950）：日本地方地質誌・中国地方．朝倉書店，249p.

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・122p. +付図2 葉.

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・藤田和夫・岡田篤正（1976）：日本の活断層分布図およびカタログ．*地質学論集*，**12**，185-198.

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.

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・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－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.

辻村太郎（1932）：東北日本の断層盆地（上・中・下）．*地理学評論*，**8**，641-658, 747-760, 977-992.

堤 浩之（1991）：1991 年菊川断層（上岡枝地区）トレンチ調査．*活断層研究*，**9**，103-111

山口県（1997）：平成 8 年度地震調査研究交付金 菊川断層に関する調査成果報告書．205p.

山口県（1998a）：平成 9 年度地震関係基礎調査交付金 菊川断層に関する調査成果報告書．99p.

山口県（1998b）：地震調査研究交付金 菊川断層に関する調査 概要版．28p.

放射性炭素年代測定結果

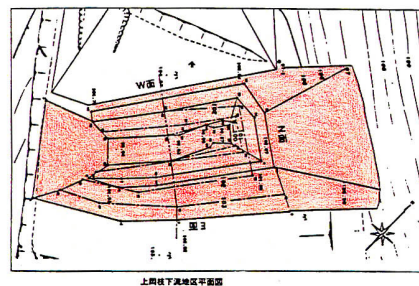
| 試料 No. | 測定方法        | 試料種 | 年代(y BP)     | 採取位置   |
|--------|-------------|-----|--------------|--------|
| KK-1   | Radiometric | 木材  | 11,240 ± 60  | ①層上面   |
| KK-2   | AMS         | 炭化木 | 11,350 ± 70  | ②層中位   |
| KK-3   | AMS         | 炭化木 | 29,450 ± 190 | 断層が割れ内 |
| KK-4   | AMS         | 炭化木 | 11,300 ± 50  | ③層下面   |
| KK-5   | AMS         | 泥炭  | 12,080 ± 50  | ①層上面   |
| KK-6   | AMS         | 炭化木 | 2,080 ± 50   | ⑤層中位   |

花粉分析結果

| 試料 No. | 年代 (y B P)      | 採取層序 |
|--------|-----------------|------|
| P-17   | 11,000 ~ 10,000 | ②層上面 |
| P-20   |                 | ①層中位 |
| P-19   | 8,500 ~ 7,000   | ⑤層中位 |

火山灰分析結果

| 試料 No. | 年代 (y B P)                   | 採取層序 |
|--------|------------------------------|------|
| KKT-1  | 火山灰は極微量<br>(0.1%以下)であるため判定不能 | ⑤層中位 |
| KKT-2  |                              | ⑤層上面 |



年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代。  
暦年補正すると以下になる。

11240 ± 60 → 約1万3千年前  
 11350 ± 70 → 約1万3千年前  
 29450 ± 190 → 約3万2千年前  
 11300 ± 50 → 約1万3千年前  
 12080 ± 50 → 約1万4千年前  
 2080 ± 50 → 約2千1百年前

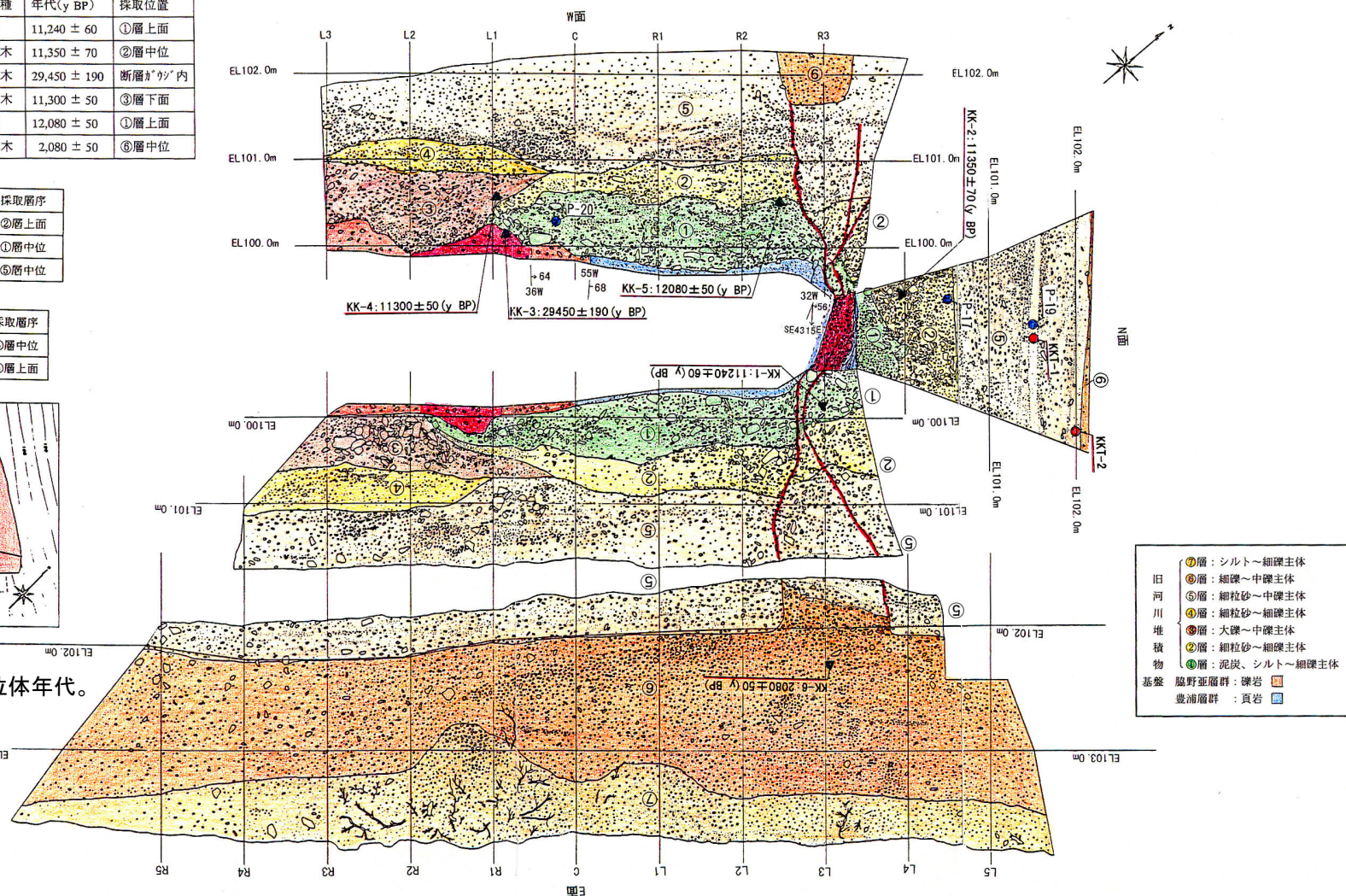


図3 上岡枝下流地区トレンチ展開図 山口県 (1998a) に一部加筆