

布田川・日奈久断層帯の評価

布田川・日奈久（ふたがわ・ひなぐ）断層帯は、阿蘇外輪山の西側斜面から八代海南部に至る活断層帯である。ここでは、平成7年度及び9年度に行われた熊本県の調査をはじめ、これまでに行われた調査研究成果に基づいて、本断層帯の諸特性を次のように評価した。

1 断層帯の位置および形態

布田川・日奈久断層帯は、熊本県阿蘇郡長陽（ちょうよう）村から葦北（あしきた）郡田浦（たのうら）町を経て八代海南部まで、一部でやや方向が変化するが、全体としてほぼ北東－南西方向に延びる長さ約101kmの断層帯である。本断層帯は、長陽村の阿蘇外輪山西側斜面から上益城（かみましき）郡甲佐（こうさ）町付近までの北東部、甲佐町付近から田浦町の御立（おたち）岬付近までの中部、及び御立岬付近から八代海南部までの南西部の3つの区間からなっていると推定される。全体として右横ずれと断層南東側の相対的な隆起を主体とするが、一部では断層が並走して小規模な地溝帯を形成している(図1、2及び表1)。

2 断層帯の過去の活動

断層帯北東部は、平均して1万1千年－2万7千年程度の間隔で活動した可能性がある。最新活動時期は約1千5百年前以後－約1千2百年前以前と推定され、活動時のずれの量は、右横ずれを主体として2m程度であった可能性がある。

断層帯中部及び南西部は、活動履歴の解釈から、過去の活動時期などについて、二つの可能性（ケース1、2）が考えられ、そのどちらであるかは判断できない。このため以下では両者を併記する。

断層帯中部は、平均して3千5百年－1万1千年程度（ケース1）、若しくは7千年－1万4千年程度（ケース2）の間隔で活動した可能性がある。最新活動時期は約7千5百年前以後－約2千2百年前以前（ケース1）、若しくは約8千年前以後－約7千5百年前以前（ケース2）で、活動時には断層南東側の3m程度の相対的隆起と、それ以上の量の右横ずれがあったと推定される。

断層帯南西部は、最新活動時期が約7千5百年前以後－約2千2百年前以前（ケース1）、若しくは約7千5百年前以後－約1千3百年前以前（ケース2）であったと推定されるが、その平均活動間隔及び1回の活動に伴うずれの量は不明である。

ケース1の場合、中部と南西部の最新活動は、同時であったと推定される。

3 断層帯の将来の活動

布田川・日奈久断層帯は、3つの区間がそれぞれ別々に活動すると推定されるが、中部と南西部が同時に活動する可能性もある。

北東部では、マグニチュードが7.2程度の地震が発生すると推定され、その際に右横ずれ

を主体として2m程度のずれを生じる可能性がある。北東部において将来このような地震が発生する長期確率は表2に示すとおりである。

中部では、マグニチュードが7.6程度の地震が発生し、その際には断層南東側の3m程度の相対的隆起と、それ以上の量の右横ずれを伴うと推定される。中部において将来このような地震が発生する長期確率は表2に示すとおりである。

南西部では、マグニチュードが7.2程度の地震が発生するものと推定されるが、その長期確率は不明である。

また、中部と南西部は同時に活動する可能性も否定できない。この場合は、マグニチュードが7.9程度の地震が発生すると推定される。この場合の地震発生長期確率は求めることができないが、中部区間の発生確率より大きくなることはないと考えられる。

表2に示すとおり、本評価で得られた地震発生長期確率には幅があるが、その最大値をとると、本断層帯の中部区間は、今後30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになる。

4 今後に向けて

断層帯中部及び南西部の過去の活動時期などについては二つの可能性が考えられることから、将来の活動などにも二つの可能性が生じている。このため、最新活動時期を絞り込むためのデータなど、いずれの可能性がより信頼度が高いものであるかを評価できる資料を得ることが重要である。

また、各活動区間ごとに、平均的なずれの速度や活動時のずれの量などをさらに精度よく求めることが必要である。

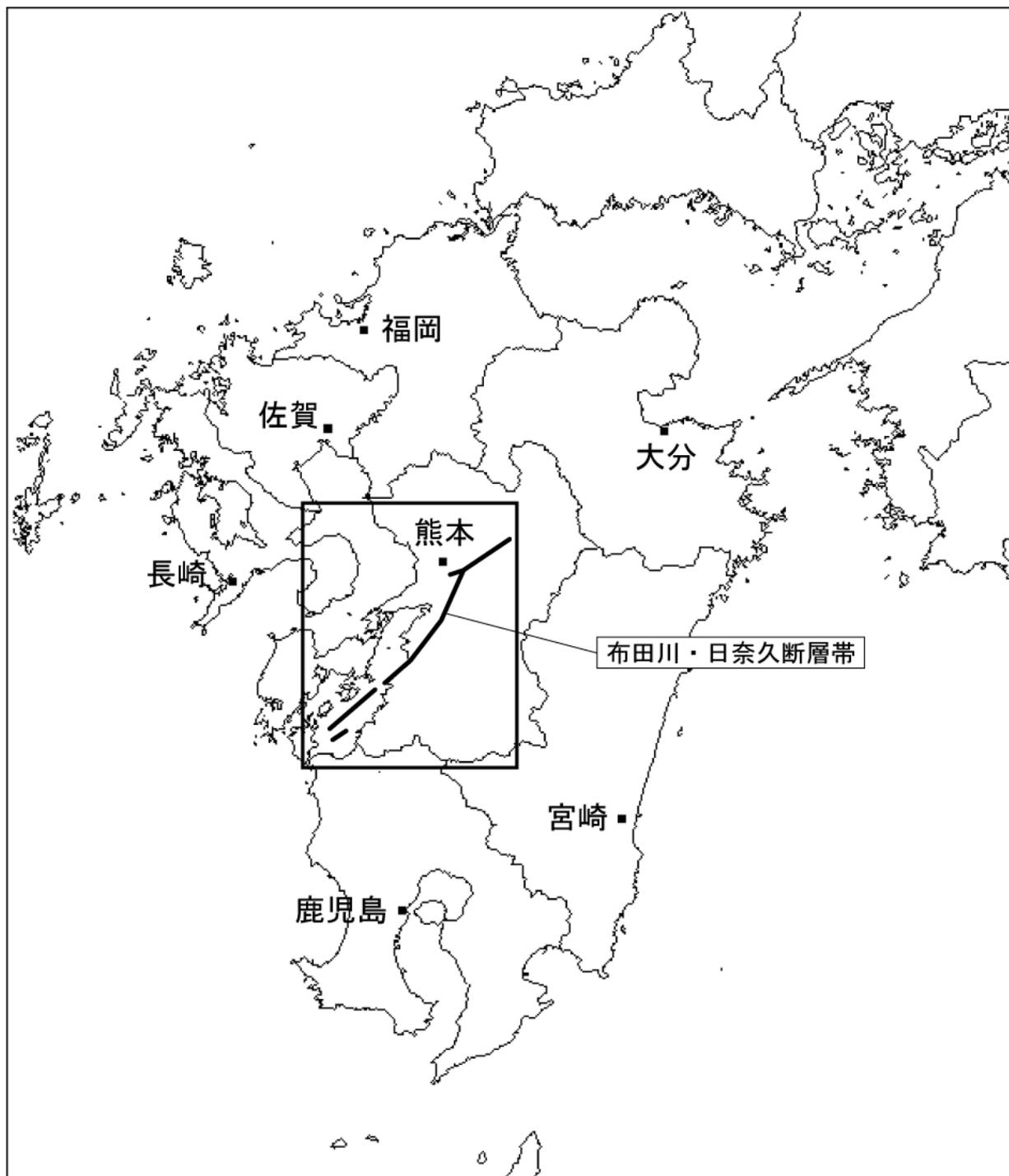


図1 布田川・日奈久断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)

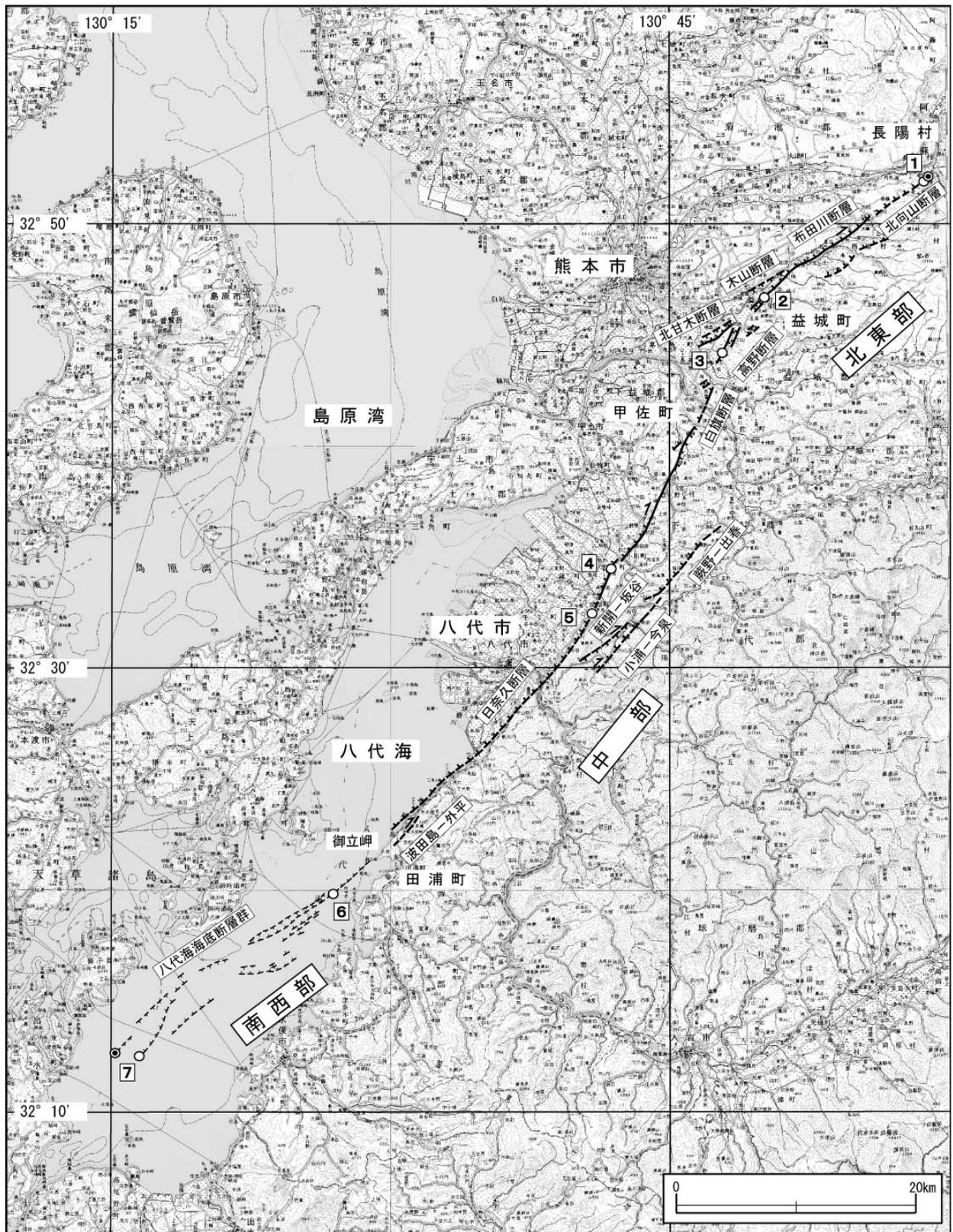


図2 布田川・日奈久断層帯の活断層位置と調査地点

1 : 白川左岸地点 2 : 田中地点 3 : 高木地点 4 : 高塚B地点 5 : 梶地点 6 : 白神岩地点 7 : 八代海海底地点

◎ : 断層帯の北東端と南西端

活断層の位置は活断層研究会編(1991)・熊本県(1998b)・池田ほか(2001)・中田ほか(2001)に基づく。
基図は国土地理院発行数値地図200000「熊本」「八代」を使用。

| | | | |
|--------------------|---|---|---|
| (3) 断層のずれの向きと種類 | 南東側隆起の上下成分を伴う右横ずれ断層。 北東部の一部及び南西部では小規模な地溝帯を形成。 | ◎ | 文献3、4、5、 8、9、11 などに示された地形・地質の特徴から推定。 |
| 2. 断層帯の過去の活動 | | | |
| (1) 平均的なずれの速度 | 北東部：0.2m/千年程度(右横ずれ成分) 1.0m/千年以下(上下成分) 中部：0.7m/千年程度(右横ずれ成分) 0.2-0.5m/千年程度(上下成分) 南西部：不明 | △ ○ △ ○ | 文献1、3、5、 9、10 などから推定。 |
| (2) 過去の活動 | 活動1 約1千5百年前以後-1千2百年前以前 活動2 約2万8千年前以後-2万3千年前以前 活動1と2の間に別な活動があったかどうかは不明 | | |
| 北東部 | | | |
| 中部 | ケース1 | ケース2 | |
| | 活動1 約7千5百年前以後- 2千2百年前以前 活動2 約1万3千年前以後- 1万1千年前以前 それ以前の活動 約3万5千年前以後- 3万年前以前 | 活動1 約8千年前以後- 7千5百年前以前 活動2 約1万5千年前以後- 1万3千年前以前 それ以前の活動 約3万5千年前以後- 3万年前以前 | △ △ △ △ △ △ |
| 南西部 | このほか、約1万9千年前以後-1万5千年前以前にも活動があった可能性。 | | |
| | ケース1 | ケース2 | |
| | 活動1 約7千5百年前以後- 2千2百年前以前 | 活動1 約7千5百年前以後- 1千3百年前以前 | △ △ |
| (3) 1回のずれの量と平均活動間隔 | | | 説明文参照 |
| 北東部 | 1回のずれの量 2m程度 平均活動間隔 約1万1千年-2万7千年 | | △ △ |
| 中部 | ケース1 | ケース2 | |
| | 1回のずれの量 3m程度の上下方向のずれとそれ以上の量の右横ずれ(横ずれ量は不明) 平均活動間隔 約3千5百年- 1万1千年 | 1回のずれの量 3m程度の上下方向のずれとそれ以上の量の右横ずれ(横ずれ量は不明) 平均活動間隔 約7千年- 1万4千年 | △ △ |

| | | | | |
|--------------|------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|
| | 南西部 | 1回のずれの量 不明 平均活動間隔 不明 | | |
| | (4) 過去の活動区間 | 以下の3区間 ① 北東部 (白旗断層付近より北東側) ② 中部 (白幡断層付近一日奈久断層南端) ③ 南西部 (八代海海底断層群全域) | ○ | 各区間の境界位置は△ |
| 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：3区間 (過去の活動区間と同じ)。 ただし中部と南西部は同時に活動する可能性もある。 地震の規模 北東部：M7.2程度 中部：M7.6程度 南西部：M7.2程度 中部及び南西部が同時に活動する場合：M7.9程度 ずれの量 北東部：右横ずれを主体として全体で2m程度 中部：3m程度の上下方向のずれとそれ以上の量の右横ずれ (横ずれ量は不明)。 南西部：不明 | ○ ○ ○ ○ △ | 過去の活動履歴から推定。 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5) | | 備考 |
|---------------|-----------------|------------|--------------------|
| 北東部 | | | 発生確率及び集積確率は文献7による。 |
| 地震後経過率 (注6) | 0.04 - 0.1 | | |
| 今後30年以内の発生確率 | ほぼ0% | | |
| 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 (注7) | ほぼ0% | | |
| 中部 | ケース1 | ケース2 | |
| 地震後経過率 (注6) | 0.2 - 2.1 | 0.5 - 1.1 | |
| 今後30年以内の発生確率 | ほぼ0% - 6% | 0.03% - 2% | |
| 今後50年以内の発生確率 | ほぼ0% - 10% | 0.05% - 3% | |
| 今後100年以内の発生確率 | ほぼ0% - 20% | 0.1% - 7% | |
| 今後300年以内の発生確率 | ほぼ0% - 50% | 0.3% - 20% | |
| 集積確率 (注7) | ほぼ0% - 90%より大 | 0.5% - 80% | |

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（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(岐阜県・富山県) | ほぼ0%－10% | 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(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」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3千5百年の場合は30年確率の最大値は7%程度、1万年の場合は2%程度である。

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

◎：高い、○：中程度、△：低い

注4：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

- 文献1：千田(1979)
- 文献2：千田ほか(1991)
- 文献3：原子力発電技術機構(1996)
- 文献4：原子力発電技術機構(1997)
- 文献5：原子力発電技術機構(1998)
- 文献6：池田ほか(2001)
- 文献7：地震調査研究推進本部地震調査委員会(2001)
- 文献8：活断層研究会(1991)
- 文献9：熊本県(1996a)
- 文献10：熊本県(1998a)
- 文献11：九州活構造研究会(1989)
- 文献12：中田ほか(2001)

注5：評価時点はすべて2002年1月1日現在。「ほぼ0%」は10⁻³%未満の確率値を示す。なお、計算に当たって用いた平均活動間隔の信頼度は低い(△)ことに留意されたい。

注6：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。中部区間のケース2を例にとると、今回の評価の数字のうち、0.5は7,500年を14,000年で割った値であり、1.1は8,000年を7,000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. これまでの主な調査研究

布田川・日奈久(ふたがわ・ひなぐ)断層帯は、九州の阿蘇外輪山西側斜面から八代海南部まで北東―南西方向に延びる断層帯である。

大谷(1927a, b)は、九州山地と八代海を地形的に境する斜面を日奈久断層崖と呼び、これが阿蘇溶岩噴出後に形成され、水平運動を主としているとした。渡辺・小野(1969)は、布田川断層を命名し、この断層によって高遊原(たかゆうばる)台地が傾動し、北側低下の変位を受けているとした。

千田(1978, 1979)は、日奈久断層における河谷の右ずれ変位量や扇状地面の上下変位量とその変位速度を求めた。熊本県(1996a, b)は、地形地質調査及びトレンチ調査等を実施し、布田川断層の過去の活動履歴について検討を行った。また、熊本県(1998a, b)は、日奈久断層でボーリング調査、トレンチ調査等を行うとともに、八代海で音波探査及びコアリング等を実施した。(財)原子力発電技術機構(1996, 1997, 1998)及び下川ほか(1999)は、トレンチ調査等を行うとともに、断層帯の活動履歴等を整理した。

国土地理院(1982, 1984)及び(財)原子力発電技術機構(1996)は、八代海で音波探査を実施し、断層の位置を示すとともに、これらが完新世に活動していることを示した。また、千田ほか(1991)も八代海の南部で音波探査を実施し、断層の活動度などを求めた。

活断層研究会(1980, 1991)、九州活構造研究会(1989)は、本断層帯を構成する断層の位置や活動度などをとりまとめ、図示している。また、活断層の位置を示した都市圏活断層図(池田ほか, 2001, 中田ほか, 2001)が刊行されている。

2. 布田川・日奈久断層帯の評価結果

2-1. 断層帯の位置・形態

(1) 布田川・日奈久断層帯を構成する断層

本断層帯は、その形態などから、北東部、中部及び南西部の3つの区間に分けられると推定される((2)断層面の位置・形状等を参照)。

本断層帯北東部は、北向山(きたむきやま)断層、布田川(ふたがわ)断層、木山断層、北甘木(きたあまぎ)断層、高野断層からなり、白旗断層付近が中部との境界となる。中部は、白旗断層付近から南西側に、日奈久(ひなぐ)断層、蕨野(わらびの)―出春(ではる)(断層)(注8)、新開(しんがい)―坂谷(さかだに)(断層)、小浦―今泉(断層)及び波田島(はたとう)―外平(そとひら)(断層)からなる。また、南西部は八代海海域の八代海海底断層群によって構成される。このほか、布田川断層の南東側などにいくつかの短い断層が付随する。これらを合わせて、布田川・日奈久断層帯を構成する断層とする(図2)。本断層帯を構成する断層は、松田(1990)の基準にしたがえば、断層帯全体が一つの起震断層を構成しているとみなされる。各断層の名称は活断層研究会(1980, 1991)によった。なお、活断層研究会(1980, 1991)は、日奈久断層の一部区間を小野断層としているが、ここでは一括して日奈久断層とした。

活断層研究会(1980, 1991)は、田浦(たのうら)町御立(おたち)岬からその南西側の八代海域にかけて5km以上にわたって活断層の存在を示していないが、熊本県(1998b)は、この区間の海底部にも断層が存在するとしている。このことを踏まえ、本評価では八代海海底断層群を含め布田川・日奈久断層帯とする。

また、活断層研究会(1980, 1991)は、本断層帯南西端の延長部に長島断層群を記載しているが、この断層群は、噴出年代が200万年以上前(長谷ほか, 1984)と非常に古い時代の火山岩の変位を根拠としてお

り、活動度も低い(活断層研究会, 1980, 1991)とされている。九州活構造研究会(1989)も同様の記載をしている。また、八代海で行われた音波探査のうち、最も南西側の測線では活断層の存在は確認されておらず、活断層研究会(1980, 1991)の図では、この間に6km以上にわたって活断層が表示されていない。これらのことから、本評価では八代海の音波探査により活断層の存在が確認されている最も南西側の位置を本断層帯の南西端とし、長島断層群は本断層帯に含めない。

(2) 断層面の位置・形状

本断層帯は、阿蘇外輪山の西側斜面から八代海の南部まで全体としてほぼ北東-南西方向に延びる断層帯である。本断層帯を構成する断層線の位置は活断層研究会(1991)を基本とし、一部について九州活構造研究会(1989)及び熊本県(1998b)、また都市圏活断層図(池田ほか, 2001; 中田ほか, 2001)などを参考にした(図2)。

本断層帯のうち、益城町付近より北東側は、地形的に断層南東側の隆起が明瞭である。主断層の南東側に短い断層を伴う部分がある。この付近より南西側では断層は二股に分かれ、一部においては数百メートル程度の間隔で断層が並走し、小規模な地溝帯を形成するなどその地表形態が変化する。このうち一方は、方向をやや南向きに変えて南方に延びているが、白旗断層付近から日奈久断層北端付近の間には、段丘と沖積低地が交互に現れ、断層の地表トレースが断続的となる。この付近では断層が部分的に並走しているが、変位の方向は一定しない。しかし、さらに南方で断層線は再び明瞭になり、八代平野の東縁に至って南東側隆起が顕著となる。八代市日奈久付近からはほぼ海岸線沿いに延びて御立岬に至る。御立岬の南西側は海域となり、断層帯南西端の八代海南部まで、断層が数条に分かれ小規模な地溝帯を形成するなど、断層の形態が再び変化する。

以上のことから、本断層帯は、北東部、中部、南西部の3つの区間に分けられるものと推定される(図2)。各区間の範囲は、おおまかに北東部が断層帯北東端から白幡断層付近まで、中部が白幡断層付近から御立岬付近まで、南西部が御立岬付近から断層帯南西端までと判断される。

断層帯の一般走向は、図2に示した断層帯全体の北東端と南西端を直線で結ぶと概ねN40°Eとなる。各活動区間の一般走向は、北東部が概ねN50°E、中部が概ねN40°E、南西部が概ねN50°Eである。北東部と中部の境界付近では走向がやや変化する。

断層帯の長さは、その北東端から3つの活動区間の境界をとおり、断層帯の南西端までを結んだ距離を図上で計測して約101kmとした。区間ごとの長さは、北東部が約27km、中部が約47km、南西部が約27kmとなる。

断層面上端の深さは、いずれの区間においても断層面が地表または海底に達しているため、0kmとした。

断層面の傾斜は、断層の地表トレースが直線的であることや、各トレンチ内で観察される断層の傾斜などから、地表近傍では高角であると推定される。本断層帯北東部区間の北側は、九州地方をほぼ東西方向に横断する別府・島原地溝帯と呼ばれる地溝帯を形成している。九州地方東部でこの地溝帯を横断する弾性波探査が行われており、地溝帯の南側の断層は北側に傾斜していることが明らかとなっている。このため、この地溝帯の南縁部に位置する本断層帯北東部も、九州東部と同様に断層面が北西側に傾斜していると推定することも可能である。しかしながら、このデータは本断層帯北東部で直接得られたものではない。また、本断層帯中部、南西部でも深部での断層面の傾斜を示すデータは得られていない。このため、本断層帯の地下深部の傾斜は不明である。

断層面の幅についても具体的なデータは得られておらず、その値は不明である。

(3) 変位(ずれ)の向き(注9)

本断層帯を構成する断層沿いに尾根や小河川の右屈曲がみられ、トレンチ調査においても右横ずれが確認されている。また、断層両側の地形や地層の変位の状況などから、多くの箇所でも南東側の相対的な隆起が認められる。これらのことから、本断層帯は全体として右横ずれを主体とし、南東側の相対的な隆起を伴う断層帯であると考えられる。なお、一部では北西側隆起もみられ、本断層帯北東部の南西端付近の一部や本断層帯南西部では小規模な地溝帯を形成している。

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9)

a) 北東部

熊本県(1996a, b)は、益城町田中地点で掘削したトレンチで、断層による地層の右横ずれ変位量と炭素同位体年代値から、布田川断層の平均右横ずれ変位速度を0.25m/千年とした。北東部ではこれ以外に横ずれ変位速度は得られていない。熊本県(1996a, b)がこの速度値を算出するにあたって使用した地層の年代値を暦年補正すると、横ずれ変位速度は概ね0.2m/千年となる。熊本県(1996b)は、空中写真判読により、田中地点付近において南側にもう一つ断層が並走するとし、その断層は地形を変位させている可能性は低いとしている。このため、南側の断層は、活動しているとしても北側の断層に比べ活動度が低く、平均変位速度も小さい可能性がある。したがって、この付近の平均右横ずれ変位速度は、全体として0.2m/千年よりもやや大きい可能性はあるものの、これを大きく上回るとは考えにくく、北側の断層の速度がほぼ全体の速度に近い値を示していると思われる。以上のことから、ここでは田中付近の布田川断層の平均右横ずれ変位速度を大まかに0.2m/千年程度とする。

熊本県(1996a, b)は、8万年前以後に形成されたと推定した複数の地形面や地層の推定年代値とそれらの上下変位量から、二つの断層が並走している区間の北側の断層の平均上下変位速度を0.1-0.3m/千年とした。一方、原子力発電技術機構(1997)は、10万年-27万年前の地形面や地層の上下変位量を用いて、白川付近から益城町小池付近に至る区間の平均上下変位速度を0.4-1.0m/千年としている。

また、本区間の南端に近い上益城郡御船(みふね)町の白旗-御船間で、千田(1979)は、形成年代を2万年前頃と推定した段丘の上下変位量から、この付近の平均上下変位速度を0.46m/千年とした。一方、原子力発電技術機構(1996)は、この段丘面の形成は6-7万年前頃であるとし、変位量も千田(1979)の計測値よりも小さいとして、この地点における平均上下変位速度を0.1m/千年程度とし、付近で得た他の速度値を合わせて、益城町小池付近から下益城郡城南町鱒瀬付近に至る範囲の平均上下変位速度を0.04-0.2m/千年としている。

以上のように、本断層帯北東部の平均上下変位速度については様々な値が示されているが、ここでは大まかに本断層帯の北東部の平均右横ずれ変位速度を0.2m/千年程度、また平均上下変位速度を1.0m/千年以下とする。

b) 中部

下益城郡小川町南小野の南方で、千田(1979)は断層による小河川の屈曲量から、平均右横ずれ変位速度として0.8m/千年の値を得た。中部区間では、これ以外に横ずれ変位速度は求められていない。

千田(1979)は、八代郡宮原町腹巻田から八代市興善寺に至る地域で、断層による扇状地面の変位量と年代値とから、この付近の上下変位速度を0.53m/千年ないし0.67m/千年とした。このうち、後者は基準とした扇状地面の炭素同位体年代が約4千5百年前と新しく、また、この年代値は一つの試料のみから得られたものであること、さらに、断層による変位が認められる地点は、年代値を得た地点とは異なる場所であり、両者の関係は明瞭に示されていないことから信頼度が低い。このため、ここでは参考値とする。熊本県(1998a, b)は、八代郡竜北町高塚付近における阿蘇4火砕流堆積物上面の変位量からその上下変位速度を

0.151m/千年としている。八代市東方において、原子力発電技術機構（1998）は、地表の露頭と既存のボーリング資料とから、阿蘇4火砕流堆積物上面の変位量を求め、下益城郡豊野町山崎付近から八代市日奈久付近までの平均上下変位速度を0.4m/千年とした。

これらの速度値の多くは年代値に暦年補正などを施さずに求められたものであるため、それらを行ってまとめると、本断層帯中部セグメントの平均右横ずれ変位速度は0.7m/千年程度、平均上下変位速度は0.2-0.5m/千年程度となる。

c) 南西部

南西部では横ずれ変位速度を示すデータは得られていない。

上下変位速度について、千田（1979）は本断層帯の南西端付近にあたる八代海南部において、アカホヤ火山灰と推定した地層の変位量から0.4m/千年程度と求め、また、熊本県（1998a, b）は白神岩付近の調査で、それぞれ約1万年前と約3千8百年前とした地層の変位量から、0.317-0.526m/千年と推定している。しかし、南西部は全体に小規模な地溝帯を形成しており、これらの値がこの区間の上下変位速度を示しているかどうか確実ではない。

したがって、南西部の平均変位速度は不明とする。

(2) 活動時期

本断層帯では、熊本県(1996a, b, 1998a, b)や原子力発電技術機構（1997, 1998）などによりトレンチ調査や断層露頭調査などが行われている。これらの調査結果から、本断層帯の過去の活動時期について以下のように判断した。

本断層帯の各調査地点における過去の活動は、以下のa) - g) に示すとおりである。

以下、各地点ごとの過去の活動について記述する。

a) 白川左岸地点

本断層帯の北東端に近い白川左岸地点で、沖積層を切る断層露頭が原子力発電技術機構（1997）により記載されている（図4）。断層に切られている沖積層から約7千年前（注10）の炭素同位体年代値が得られていることから、約7千年前以後に活動があったと考えられる。

b) 田中地点

益城町田中地点は、阿蘇火砕流堆積物からなる丘陵地と沖積平野との境界付近の小さな沢の出口に位置する。熊本県（1996a, b）は本地点でトレンチ調査を実施し、断層がトレンチの東壁面でAT火山灰（注11）を含む地層（4A層）を切り、西壁面においてアカホヤ火山灰（注11）を含む地層（2層）には変位が及んでいないことから、AT火山灰堆積後、アカホヤ火山灰降下前に活動があったとした。さらに熊本県（1996a, b）は、AT火山灰を含む地層の上位のチャンネル堆積物（4B層）の右横ずれ変位量（約5.2m）から、この間に2-3回の活動があったとした。

図5は田中トレンチの西側壁面の一部を示したものである。壁面⑬で観察される複数の断層のうち、北側の断層は、上位の壁面⑨に達して少なくとも3層の途中まで切っており、その上位の2層もこの付近で撓んでいるようにみえる。しかし、もともと斜面であった場所に2層が堆積した可能性を否定する明瞭な根拠はなく、2層のこの撓み状の構造は確実に断層活動によるものであるとはいえない。断層活動による変形が2層に及んでいないとすれば、田中地点における最新活動は3層中位の堆積（1万3千年前頃；注10）以後、3層上面形成（1万1千年前頃）以前にあったことになる。2層の撓み状の構造が断層活動によるものとすれば、最新活動の時期は約1万1千年前以後となる。このように最新活動の年代として2つ

のケースが考えられ、どちらとも断定できない。しかしながら、本地点より北東側の白川左岸地点において約7千年前以後に活動が認められ、南西側の高木地点では約1千5百年前以後—約1千2百年前以前に活動があった(後述)ことを考慮すると、本地点の最新活動の時期は2層堆積後であった可能性がある。

また、図5の壁面⑬に現れている南側の断層は4B層を切っているが、その上位の壁面⑨では4B層の最上位まで達していない。このことから、活動が4B層堆積中にもあったと推定される。他の壁面において、4B層から約3万年前以後—約2万3千年前以前の年代値が得られている。また、上述のように下位の4A層にはAT火山灰が含まれる(熊本県, 1996b)。これらのことから、この活動は約2万8千年前以後—約2万3千年前以前にあったと推定される。ただし、最新活動とこの活動の間に別の活動があったかどうかは不明である。

c) 高木地点

御船町高木地点は、中位段丘を開析する谷底低地に位置しており、トレンチ調査及びボーリング調査が実施されている(原子力発電技術機構, 1997, 下川ほか, 1999)(図6)。トレンチに現れた断層は、約1千5百年前の腐植層(1層)を変位させ、その上位の約1千2百年前の腐植層(u層)には変位を与えていない。したがって1層堆積後、u層堆積前に活動があったと考えられる(原子力発電技術機構(1997), 下川ほか(1999))。トレンチからはさらに古いイベント層準が認められるが、その時期は数万年前の可能性があり、本評価に直接使用できるデータとはならない。

d) 高塚B地点

熊本県(1998a, b)は、阿蘇火砕流堆積物によって構成される丘陵地と平野部の境界に位置する竜北町高塚B地点でトレンチ調査を行い、このトレンチから5回のイベント(古い方からイベント1、2・・・、5)を認めている。しかしながら、本評価では、以下に述べるように3つのイベントのみを認めた。

このトレンチでは、3層以下の地層はゆるく北側に傾斜しているのに対し、2層はほぼ水平である(図7、注12)。このような傾斜の差異から両層間にイベントを認め、3層堆積後、2層堆積前(約1万3千年前以後—7千5百年以前)に最新活動があったと考えられる(熊本県(1998a, b)のイベント5に相当)。また、F1E断層に沿って4b層が落ち込んでいるが、その上位の3層には変位が認められないことから、4層堆積後、3層堆積前に一つ前の活動(熊本県(1998a, b)のイベント3に相当)があったと考えられる。断層を覆う3層からはもっとも古い年代値として約2万4千年前という値が得られている。しかしながら、この年代値は、トレンチ内において、断層から離れた場所の3層最下部から得られたものであり、確実に断層活動後の年代を示しているとは言えない。このため、ここでは断層活動後の年代値として、3層上部から得られている年代値を用いる。したがって、この活動の時期は4層中に挟まれるAT火山灰堆積後(約2万8千年前以後)—約1万3千年前以前となる。さらに、亀裂C2Wが5a層よりも下位の地層を変形させていること、また、F2E断層が5b層の基底を大きく変形させていることから、5b層堆積以後、5a層堆積前(約3万5千年前以後—約3万年前以前)に二つ前の活動(熊本県(1998a, b)のイベント2にほぼ相当)があったと考えられる。熊本県(1998a, b)は、このほかに、西側壁面においてF1断層により3層最下部の砂層がわずかに4層中引きずり込まれているとして、3層下部の堆積後、3層中部堆積中にイベントを認めており(イベント4)、また、断層F1'Eが6層上面に変位を与え、5c層内部でこれが消滅していることから、5c層の堆積中に少なくとも1回のイベント(イベント1)があったとしている。しかし、これらは、本評価で認めた3回の活動に比べ変位の程度が小さく、一般的な断層活動の認定の基準に照らして、独立した活動であるとは認められず、他の活動に伴うものであることを否定できない。このため、本評価ではとりあげない。

熊本県(1998a, b)は、本トレンチで認められた断層は副次的な断層であるとしている。その明確な根拠

は示されていないが、本地点付近では複数のリニアメントが認められること、また、後述の柵トレンチで認められる断層に比べ変形の程度が小さいことなどから、本トレンチに現れた断層は、副断層であり、過去の活動がすべて現れていない可能性もある。ここでは、副断層である場合と、主断層である場合の両方のケースを想定することとする。

e) 柵地点

宮原町の柵（かこい）地点は高塚B地点から約5km南方の八代平野東縁の沖積扇状地上に位置する。本地点では、ボーリング調査により二つの断層が並走すると推定されたことから、山側（東側）に第1トレンチ、平野側（西側）に第2トレンチの二つのトレンチ調査が行われた（原子力発電技術機構，1998）。

第1トレンチの北側壁面（図8）では、断層がⅡ層の基底を切っており、南側壁面ではこの断層がⅢ層に覆われている。したがって、Ⅱ層堆積以後、Ⅲ層堆積前（約2千2百年前以前）に最新活動があり、また、断層近傍におけるⅠ層とⅡ層の変形の程度の違いから、Ⅰ層堆積後（約1万9千年前以後）、Ⅱ層堆積以前の一つ前の活動があったと考えられる（原子力発電技術機構，1998；下川ほか，1999）。一つ前の活動については、隆起側でⅠ層が欠如していることから、複数回の活動でこのような変位が生じた可能性もあり、活動は少なくとも1回と考えることが妥当である。したがって、ここでは、約1万9千年前以後—約2千2百年前以前の間には2回以上の活動があったと考えられる。

第2トレンチにおいては、トレンチ内の北壁面（図9）に現れた断層による変位が少なくとも3層まで達しており、南壁面（図10）では、この断層による変位は5層中の2枚の腐植層のうち少なくとも上位の腐植層には及んでいないことから、原子力発電技術機構（1998）及び下川ほか（1999）は、3層堆積以後、5層上部堆積中（約8千年前以後—約2千年前以前）に最新活動があったとした。さらに、これらの文献では最新活動よりも一つ前及び二つ前の活動として、トレンチの両側で掘削されたボーリング調査（図11）において、炭素同位体年代値がほぼ一致する腐植層を同一の層と考え、これらの変位量に累積性が認められることから、一つ前の活動を約1万5千年前以後—約1万1千年前以前、二つ前の活動を約1万9千年前以後—約1万5千年前以前としている。最新活動及び一つ前の活動については本評価においても同様に考えるが、二つ前の活動の根拠となる腐植層は、ボーリングで確認されているのみであるため、この活動の信頼度は低く、確実にあったかどうかは不明である。

f) 八代海白神岩付近

熊本県（1998a, b）は、八代海で音波探査を実施し、地層の変位が認められた白神岩付近でコア採取を行い、年代測定結果から本地点では約1万年前以後—約3千8百年前以前（暦年補正をすると約1万1千年前以後—約4千2百年前以前）に活動があったとした（図12）。しかし、確実に断層活動後と考えられる年代値をとると約1千3百年前とすることが妥当と考えられる。したがって、本地点における最新活動は、約1万1千年前以後—約1千3百年前以前と推定される。

g) 八代海南西部

千田（1979）は、八代海で実施した音波探査により、アカホヤ火山灰と推定した地層が変位していることから、アカホヤ火山灰堆積（約7千5百年前）後に断層活動があったとした。しかし、変位している地層がアカホヤ火山灰層であるか否かは、直接サンプルを得て確認されたものではないため信頼度はやや低い。

以上の各調査地点の過去の活動は図3-1、または、図3-2のようにまとめられる。

断層帯北東部の白川左岸、田中及び高木の3地点から得られたデータによると、北東部では約1千5百

年前以後—約1千2百年前以前に最新活動（活動1）があったと推定される。また、田中地点のデータから、これらの地点では、約2万8千年前以後—約2万3千年前以前に活動（活動2）があったと推定される。ただし、この活動が最新活動よりも一つ前の活動かどうかは不明である。

断層帯中部の高塚B及び椀（かこい）地点では、北東部の高木地点の最新活動と同時期の活動は認められていない。前述のように、高塚B地点のトレンチで認められた断層は副次的な断層である可能性もあり、その場合は断層帯のすべての活動を記録しているとは限らない。したがって、ここでは、副断層である場合と主断層である場合との両方の可能性を併記することとする。どちらの可能性が高いかは判断できない。高塚Bトレンチの断層が副断層であるとすると（ケース1）、高塚B地点でイベントが認められない時期にも断層帯中部が活動した可能性が生じることとなる。この場合、椀地点から得られる最新活動時期（約8千年前以後—約2千2百年前以前）は、南西部の最新活動時期（約7千5百年前以後—約1千3百年前以前、後述）と重なりあうため、最新活動時には中部と南西部が同時に活動したとみなすことが可能である。したがって、その最新活動時期（活動1）は、約7千5百年前以後—約2千2百年前以前となる。また、高塚B地点と椀地点で得られたデータから、断層帯中部の一つ前の活動（活動2）は、約1万3千年前以後—約1万1千年前以前となる。一方、高塚Bトレンチに認められる断層が主断層であるとすれば（ケース2）、椀地点の活動時期との整合性から、断層帯中部では、約8千年前以後—約7千5百年前以前に最新活動（活動1）があり、約1万5千年前以後—約1万3千年前以前に一つ前の活動（活動2）があった可能性があることになる。これよりも古い活動については、高塚B地点の断層が正・副いずれの断層であるかにかかわらず以下のようになる。椀第2地点のデータによれば、約1万9千年前以後—約1万5千年前以前に活動（活動3）があった可能性もあるが、確実にあったかどうか判断できない。また、高塚B地点ではさらに古い約3万5千年前以後—約3万年前以前にも活動（活動4）があったと推定されるが、高塚B地点のトレンチが副断層であるとすれば、活動3と4の間にはさらに別な活動があった可能性もある。

断層帯南西部では、白神岩、八代海南部両地点から得られた資料から最新活動時期が求められるが、断層帯中部と同時であったか否かによりその時期が少し異なることになる。南西部が中部と同時に活動したとすれば（ケース1）、最新活動（活動1）は、約7千5百年前以後—約2千2百年前以前となる。一方、単独で活動したとすれば（ケース2）、最新活動（活動1）は約7千5百年前以後—約1千3百年前以前となる。。それ以前の活動についてはデータが得られていない。

なお、最新活動より前の活動については、複数の区間が同時に活動した可能性も否定できないが、そのような可能性を示すデータは得られていない。

(3) 1回のずれの量（変位置）（注9）

断層帯北東部の高木地点のトレンチにおいて、最新活動に伴って、水平方向に約2.2m、上下方向に0—0.3mの変位が認められている（下川ほか, 1999）。上下方向の変位置が小さいため、断層面に沿う変位置としても2.2m程度となる。したがって、ここでは本断層帯北東部における断層面に沿う1回の変位置を2m程度とする。

断層帯中部の椀地点では二つのトレンチに現れている断層が同時に活動したとすれば、変位置は全体で南東側隆起約3mとなる（下川ほか, 1999）。したがって、中部区間の活動1回の上下方向の変位置は3m程度であったと推定される。一方、右横ずれ変位置は上下変位置を上回っていたと推定されるが、その具体的な変位置は得られていない。

断層帯南西部の八代海南部では、アカホヤ火山灰とみられる層が約0.6m相対的に南東側が隆起している（千田ほか, 1991）が、南西部は全体として小規模な地溝帯を形成していると推定されることなどから、これらが南西部区間の1回の変位置を示しているとはいえない。

したがって、南西部の活動1回の変位置は不明である。

(4) 活動間隔

断層帯北東部では、2回の活動時期（活動1（最新活動）と活動2）が認められている。活動1と2の間に別な活動があったかどうかは不明であるが、活動1と2が認められた田中地点では約2万8千年前のAT火山灰を含む地層が約5.2m右横ずれ変位しており（熊本県，1996a, b）、上下変位はほとんど認められない。断層帯北東部の1回の活動に伴う変位量を2m程度とすれば、田中地点では、2万8千年前以後、2回または3回の活動があった可能性がある。この間の活動回数が2回とすればその活動間隔は約2万2千年—約2万7千年となり、3回とすれば、約1万1千年—約1万3千年となる。したがって、断層帯北東部の活動間隔は約1万1千年—約2万7千年の可能性はある。

断層帯中部の最新活動と一つ前の活動については、それぞれ二つの時期が想定される。また、活動3は確実にあったかどうかは不明である。高塚B地点のトレンチで認められた断層が副次的な断層であるとする（ケース1）、活動3と活動4の間には別な活動があった可能性も考えられるので、活動4の時期は活動間隔を求める際に使用できない。したがって、活動3があった場合は、過去3回の活動時期から、活動間隔は3千8百年—8千4百年となり、活動3がなかった場合は、過去2回の活動時期から、活動間隔は3千5百年—1万1千年となる。ここでは両方の可能性を考え、活動間隔を3千5百年—1万1千年とする。一方、高塚B地点のトレンチで認められた断層が主断層であるとして（ケース2）、活動3があったとすれば、過去4回の活動時期から、活動間隔は7千年—9千年となり、活動3がなかったとすれば過去3回の活動時期から、活動間隔は1万1千年—1万4千年となる。ここでも両方の可能性を考え、活動間隔を約7千年—約1万4千年とする。したがって、断層帯中部の活動間隔は、約3千5百年—約1万1千年（ケース1）、若しくは約7千年—約1万4千年（ケース2）となる。

断層帯南西部は、1回の活動時期しか得られていないため活動間隔は不明である。

(5) 活動区間

原子力発電技術機構（1998）は、各調査地点における過去の活動や活動度、変位の特性などから、本断層帯は、布田川断層、日奈久断層北部及び日奈久断層南部の3つの活動セグメントに分けられるとした。日奈久断層の北部と南部の境界は、豊野町山崎付近としている。下川ほか（1999）も3つの活動セグメントに分けている。ただしこれらの文献では、八代海海域については明確な記述がない。

最新活動時には、本断層帯は2つ若しくは3つの区間に分かれて活動したと推定される。しかし、断層形態からは、全体が3区間に分けられる。したがって、ここでは、本断層帯は、白旗断層付近よりも北東側の北東部、白幡断層付近から御立岬付近までの中部、御立岬よりも南西側の南西部の3つの活動区間からなるものと推定する。ただし、最新活動時に中部と南西部が同時に活動した可能性など、過去においては複数の区間が同時に活動した可能性も否定できない。

(6) 歴史時代の活動

松田（1999）は、西暦744年の八代、天草、葦北の地震（宇佐美，1975）を日奈久断層の活動と推定した。また、千田（1979）は、西暦1619年の八代におけるM6.2の地震（宇佐美，1975）を日奈久断層の活動と推定している。しかしながら、本断層帯の活動によることを示す直接的な証拠は得られていないので、両地震とも本断層帯の活動によるものかどうかは不明である。

(7) 測地観測結果

最近約100年間、約10年間の測地観測結果から求めた水平歪をみると、広域的には北北西—南南東ないし北西—南東の伸びが卓越しているが、断層帯北東部付近では東西方向の縮みもみられる。4年間のGP

S観測結果でも同じような傾向が見られる。

(8) 地震観測結果

本断層帯の周辺地域では、1926年以降、1931年のマグニチュード5.9の地震など、マグニチュード5以上の地震がいくつか観測されている。

最近においても、断層帯周辺で地震活動がみられる。発震機構は、正断層型、横ずれ型などがみられ、全てがほぼ南北方向に張力軸を持っている。また、横ずれ型のものの節面の一つは、断層帯の走向にほぼ一致する。地震発生層の深さの下限は断層帯全体にわたって概ね15km程度である。なお、1999年10月下旬頃から、本断層帯北東部と中部の境界付近でまとまった地震活動があり、2000年6月にはこの間の最大であるマグニチュード4.8を記録した(図13)。

2-3. 断層帯の将来の活動

(1) 活動区間と地震の規模

上述のように、本断層帯は過去3つの区間に分かれて活動したと推定される。したがって、将来においても、3つの区間がそれぞれ別々に活動すると推定される。しかし、各区間の位置関係や個々の区間における最新活動時期などを考慮すると、次の活動では中部と南西部の2つが同時に活動する可能性も否定できない。さらに断層帯全体が一つの起震断層であることから、将来は北東部も含めた断層帯全体が活動する可能性も考えられるが、北東部の平均活動間隔に対する経過率(0.05-0.1)を考慮すると、今後300年程度以内に断層帯全体が活動する可能性は極めて低いと思われる。

発生する地震の規模は、3つの区間がそれぞれ別々に活動すると、下記の経験式(1)により、北東部は断層の長さを27kmとして、 $M=7.2$ 、中部は長さ41kmとして、 $M=7.6$ 、また、南西部は、長さ27kmとして $M=7.2$ となる。中部と南西部が同時に活動するとすれば、両区間を合わせた長さは72kmとなるが、これに経験式(1)を適用すると、発生する地震の規模は $M=7.9$ となる。したがって、この場合はマグニチュード7.9程度の地震が発生すると推定される。用いた経験式は松田(1975)に基づく以下の式である。ここで、 L は1回の地震で活動する断層の長さ(km)、 M はその時のマグニチュードである。

1回の活動に伴う変位量は、過去の活動から、北東部では右横ずれを主体として2m程度、中部は3m程度の南東側の相対的隆起を伴いながら、それ以上の量の右横ずれ変位があるものと推定される。南西部の変位量は不明である。

$$M = (\log L + 2.9) / 0.6 \quad (1)$$

(2) 地震発生の可能性

以上のように、本断層帯は全体で3つの活動区間に分けられ、将来においても、これらの区間ごとに活動すると推定される。

断層帯北東部において平均活動間隔を1万1千年-2万7千年、最新活動時期を1千5百年前以後-1千2百年前以前とすると、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は0.05-0.1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、すべてほぼ0%となる。また、現在までの集積確率もほぼ0%となる。

断層帯中部は、2つの平均活動間隔、最新活動時期が想定されるが、平均活動間隔を3千5百年-1万1千年、最新活動時期を7千5百年前以後-2千2百年前以前とすると(ケース1)、地震後経過率は0.2-2.1となり、また、断層帯北東部と同様の手法を用いて、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%–6%、ほぼ0%–10%、ほぼ0%–20%、ほぼ0%–50%となる。また、現在までの集積確率はほぼ0%–90%より大となる。一方、平均活動間隔を7千年–1万4千年、最新活動時期を8千年前以後–7千5百年前以前とすると（ケース2）、地震後経過率は0.5–1.1となり、また、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%–2%、0.05%–3%、0.1%–7%、0.3%–20%となる。また、現在までの集積確率は0.5%–80%となる。

断層帯南西部は、平均活動間隔が不明であるので、地震後経過率及び発生確率は求めることができない。表3にこれらの確率値及びその参考指標（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。

上述のように、次の活動では、これらの活動区間のうち、中部と南西部が同時に活動する可能性も否定できない。このケースについては、地震発生確率を求めることはできないが、中部区間の発生確率より大きくなることはないと考えられる。

2-4. 今後に向けて

断層帯中部及び南西部の最新活動時期については二つの可能性があり、将来の地震発生可能性などにも二つの可能性が生じている。このため、これらの最新活動時期を絞り込み、最新活動時の地震の姿を明らかにするための資料を得ることが重要である。また、各活動区間とも信頼度の高い平均変位速度が得られておらず、1回の変位量など過去の活動に関するデータが精度よく得られていない。このため、これらについて精度よく明らかにすることが必要である。また、各活動区間の範囲を明確にすることも必要である。

注8：活断層研究会（1980，1991）では、単に「新開一坂谷」となっており、他にもいくつかこのような表記のものがみられる。本評価では紛らわしさを避けるため、このようなものについては「(断層)」を名称の後ろにつけることとした。

注9：「変位」を、1頁の本文及び5、6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「撓みの成分」よりなる。

注10：10,000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–45,000年BPの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た値を用いた。

注11：熊本県（1996）は、AT火山灰の年代を2万2千年前としている。本評価では、AT火山灰の年代として、暦年補正した年代値として2万8千年前を用いる。また、アカホヤ火山灰の年代については熊本県（1998a, b）は6千3百年前としているが、本評価では暦年補正した年代値として7千5百年前を用いる。さらに、阿蘇4火砕流堆積物の年代値として、ここでは8万5千年前を用いる。

注12：図7は3層の内部構造が水平であるようにもみえるが、実際には3層は傾斜していることが確認されている。

文 献

- 青木かおり・新井房夫 (2000) : 三陸沖海底コア KH94-3, LM-8 の後期更新世テフラ層序, 第四紀研究, **39**, 2, 107-120.
- 千田 昇 (1978) : 熊本県小川町東部の扇状地堆積物より産出した木片の ^{14}C 年代. 第四紀研究, **17**, 177-178.
- 千田 昇 (1979) : 日奈久断層の第四紀後期における断層運動. 東北地理, **31**, 172-179.
- 千田 昇・岡村 眞・小川光明 (1991) : 八代海海底の活断層について. 活断層研究, **9**, 93-97
- 原子力発電技術機構 (1996) : 平成7年度原子力発電立地確認調査に関する報告書 (1), 159p.
- 原子力発電技術機構 (1997) : 平成8年度原子力発電立地確認調査に関する報告書 (1), 153p.
- 原子力発電技術機構 (1998) : 平成9年度原子力発電立地確認調査に関する報告書 (1), 136p.
- 長谷義隆・長峰 智・永尾隆志・山本正継・藤林紀枝・坂口和之・半田正敏 (1984) : 南部九州長島火山岩類の層序と放射年代. 地質学論集, **24**, 109-120.
- 池田安隆・千田 昇・中田 高・金田平太郎・田力正好・高沢信司 (2001) : 1:25,000 都市圏活断層図「熊本」. 国土地理院技術資料 D・1-No. 388.
- 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. 74p.
- 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.
- 建設省国土地理院 (1982) : 「沿岸域基礎調査報告書 (水俣地区)」. 国土地理院技術資料 D・3-No. 39, 119p.
- 建設省国土地理院 (1984) : 「沿岸海域基礎調査報告書 (出水地区)」. 国土地理院技術資料 D・3-No. 50, 97p.
- 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.
- 小林武彦・松本哲一 (1991) : 御岳火山噴出物の絶対年代と噴火史. 文部省科研費重点領域研究「噴火メカニズムと災害」. 41.
- 熊本県 (1996a) : 布田川断層帯調査報告書 (概要版) . 14p.
- 熊本県 (1996b) : 「布田川断層・立田山断層に関する調査 成果報告書」. 293p.
- 熊本県 (1998a) : 日奈久断層調査報告書 (概要版) . 19p.
- 熊本県 (1998b) : 「平成9年度地震調査研究交付金 日奈久断層に関する調査 成果報告書」. 180p.
- 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 (1992) : 「日本火山灰アトラス」. 東京大学出版会, 276p.
- 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 (1999) : 古地震研究における自然資料と歴史資料の関わり-地震予知への貢献-. 地学雑誌, **108**, 370-377.
- 松田時彦・塚崎朋美・萩谷まり (2000) : 日本陸域の主な起震断層と地震の表一断層と地震の地方別分布関係一. 活断層研究, **19**, 33-54.
- 松本哲一・宇都浩三・小野晃司・渡辺一徳 (1991) : Aso 火山岩類の K-Ar 年代測定-火山層序との整合性と火砕流資料への適応. 日本火山学会予稿集, 1991-2, 73.
- 松本哲一 (1999) : 第四紀後期火山岩の K-Ar 年代測定. 地球, 号外・高精度年代決定法とその応用-第四紀を中心として一, 26, 50-55.
- 松本哲一・小林武彦 (1999) : 御嶽火山, 古期御嶽火山噴出物の K-Ar 年代に基づく火山活動史の再検討. 火山, **44**, 1, 1-12.
- 村山雅史・松本英二・中村俊夫・岡村 眞・安田尚登・平 朝彦 (1993) : 四国沖ピストンコア試料を用い

- たAT火山灰噴出年代の再検討—タンデトロン加速器質量分析計による浮遊性有孔虫の¹⁴C年代—. 地質学雑誌, 99, 10, 787-798.
- 中村俊夫 (1995) : 加速器質量分析 (AMS) 法による¹⁴C年代測定の高精度化および正確度向上の検討. 第四紀研究, 34, 3, 171-183.
- 中村俊夫・福沢仁之 (1999) : 総論 : 高精度年代決定法とその応用—第四紀を中心として—. 地球, 号外 高精度年代決定法とその応用—第四紀を中心として—, 26, 5-12.
- 中村俊夫・丹生越子・小田寛貴 (1999) : 加速器質量分析による高精度¹⁴C年代測定. 地球, 号外・高精度年代決定法とその応用—第四紀を中心として—, 26, 14-22.
- 中田 高・岡田篤正・千田 昇・金田平太郎・田力正好・高沢信司 (2001) : 1:25,000 都市圏活断層図「八代」. 国土地理院技術資料D・1-No388.
- Niklaus, T. R. (1991) : CalibETH version 1.5, ETH Zurich, 2disketts and manual, 151p.
- 大谷寿雄 (1927a) : 熊本県八代付近球磨紀伊山地の層序と構造 (予報) 1. 地質学雑誌, 33, 402-423.
- 大谷寿雄 (1927b) : 熊本県八代付近球磨紀伊山地の層序と構造 (予報) 2. 地質学雑誌, 33, 451-470.
- 下川浩一・衣笠善博 (1999) : 日奈久断層系の活動履歴及び活動性調査. 平成 10 年度活断層・古地震研究調査概要報告書, 地質調査所速報 no. EQ/99/3, 253-262.
- 宇佐美龍夫 (1996) : 「新編日本被害地震総覧[増補改訂版 416-1995]」. 東京大学出版会, 493p.
- 山根雅之・大道忠道 (1999) : 三陸沖海底コア (KH94-3, LM-8) の解析に基づく過去9万年間の海洋環境変遷. 第四紀研究, 38, 1, 1-16.
- 渡辺一徳・小野晃司 (1969) : 阿蘇カルデラ西側, 大峰付近の地質. 地質学雑誌, 75, 365-374.

表3 将来の地震発生確率及び参考指標

| 項目 | 数 値 | | 備 考 |
|-----------------|--------------------|--------------------|---|
| 北東部 | | | |
| 地震後経過率 | 0.04 - 0.1 | | 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。 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。 |
| 今後 30 年以内の発生確率 | ほぼ0% | | |
| 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 | -1万8千年 - -6千2百年 | | |
| 比 | 0.07 - 0.2 | | |
| 指標(2) | ほぼ0 | | |
| 指標(3) | ほぼ0% | | |
| 指標(4) | ほぼ0 | | |
| 指標(5) | 0.00004 - 0.00009 | | |
| 中部 | ケース1 | ケース2 | |
| 地震後経過率 | 0.2 - 2.1 | 0.5 - 1.1 | |
| 今後 30 年以内の発生確率 | ほぼ0% - 6% | 0.03% - 2% | |
| 今後 50 年以内の発生確率 | ほぼ0% - 10% | 0.05% - 3% | |
| 今後 100 年以内の発生確率 | ほぼ0% - 20% | 0.1% - 7% | |
| 今後 300 年以内の発生確率 | ほぼ0% - 50% | 0.3% - 20% | |
| 集積確率 | ほぼ0%-90%より大 | 0.5% - 80% | |
| 指標(1)経過年数 | -5千5百年 - +5千1百年 | -2千3百年 - +3千1百年 | |
| 比 | 0.3 - 3.1 | 0.8 - 1.6 | |
| 指標(2) | ほぼ0 - 8 | 0.1 - 5 | |
| 指標(3) | ほぼ0%-90%より大 | 0.5% - 80% | |
| 指標(4) | ほぼ0 - 0.9 | 0.02 - 0.5 | |
| 指標(5) | 0.00009 - 0.0003 | 0.00007 - 0.0001 | |

注13:評価時点はすべて2002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、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。北東部の場合、後者の危険率は2万7千分の1 (0.00004回) - 1万1千分の1(0.00009回)であり、時間によらず一定である。前者は現在ほぼ0であり、時間とともに増加する。後者の回数に達するには今後6千2百年-1万8千年を要することになる。

- 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。
- 指標 (4) : 評価時点以後30年以内の地震発生確率、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)。

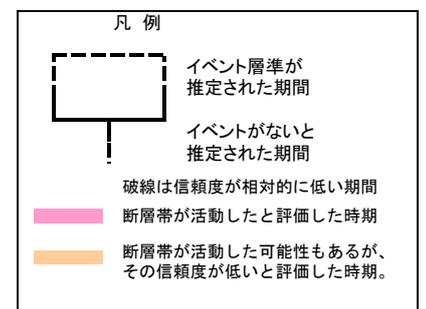
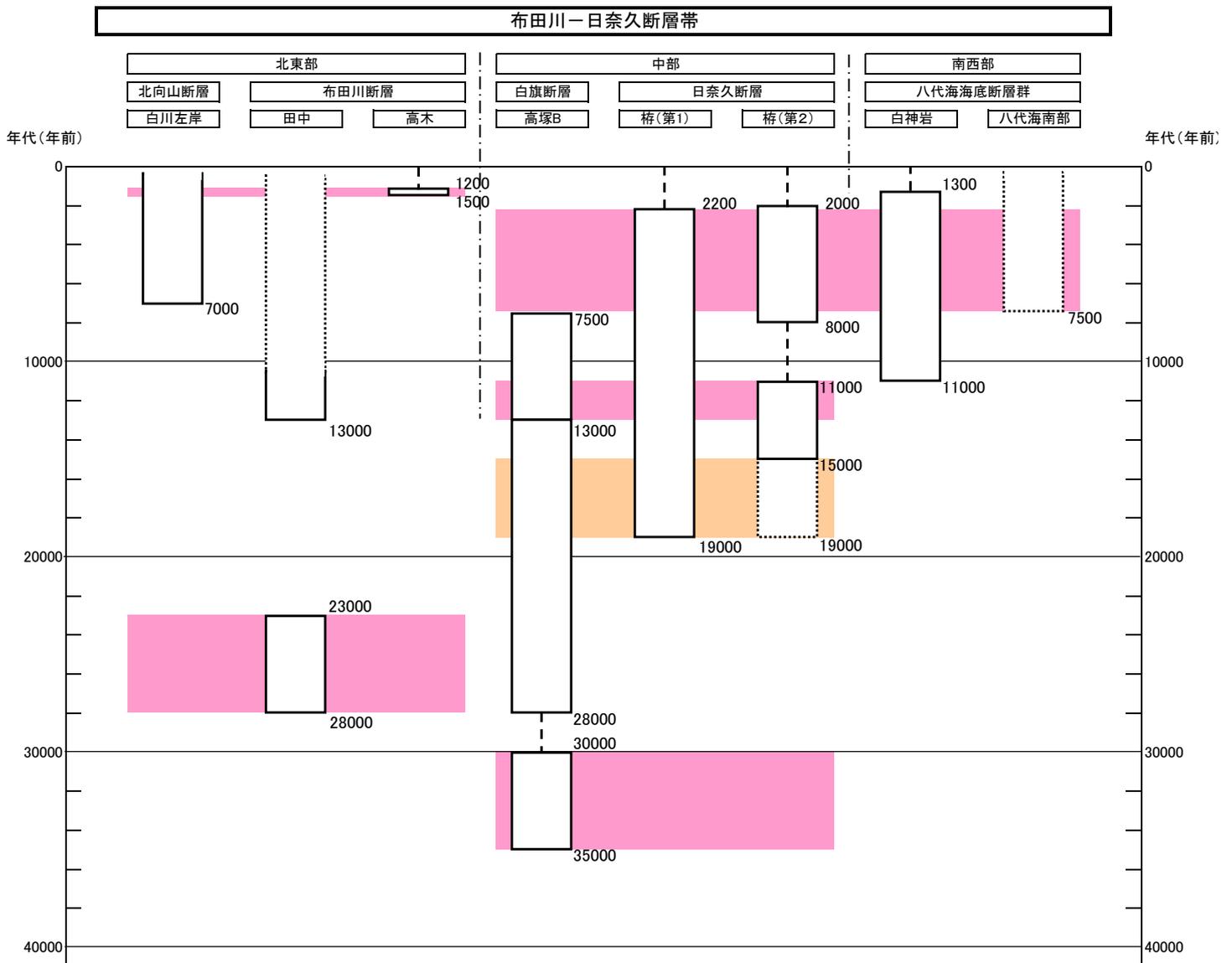


図3-1 布田川-日奈久断層帯の活動の時空間分布
 ケース1: 高塚B地点ですべての活動が確認されていない場合

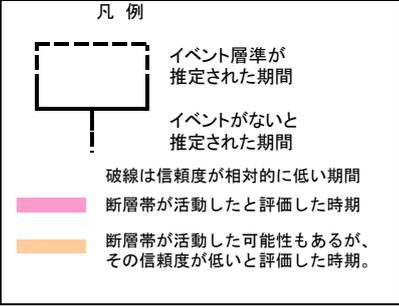
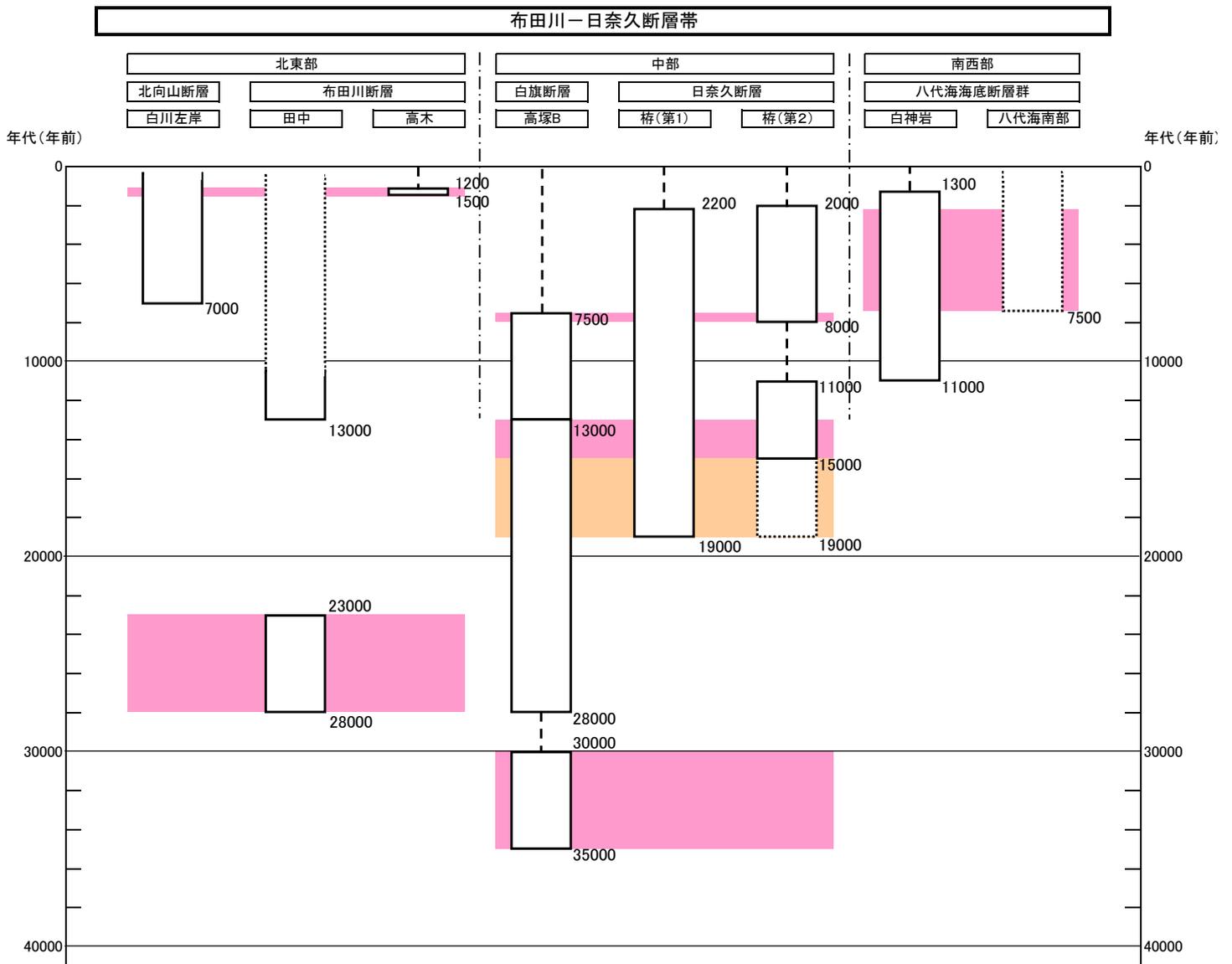


図3-2 布田川-日奈久断層帯の活動の時空間分布
 ケース2: 高塚B地点ですべての活動が確認されている場合

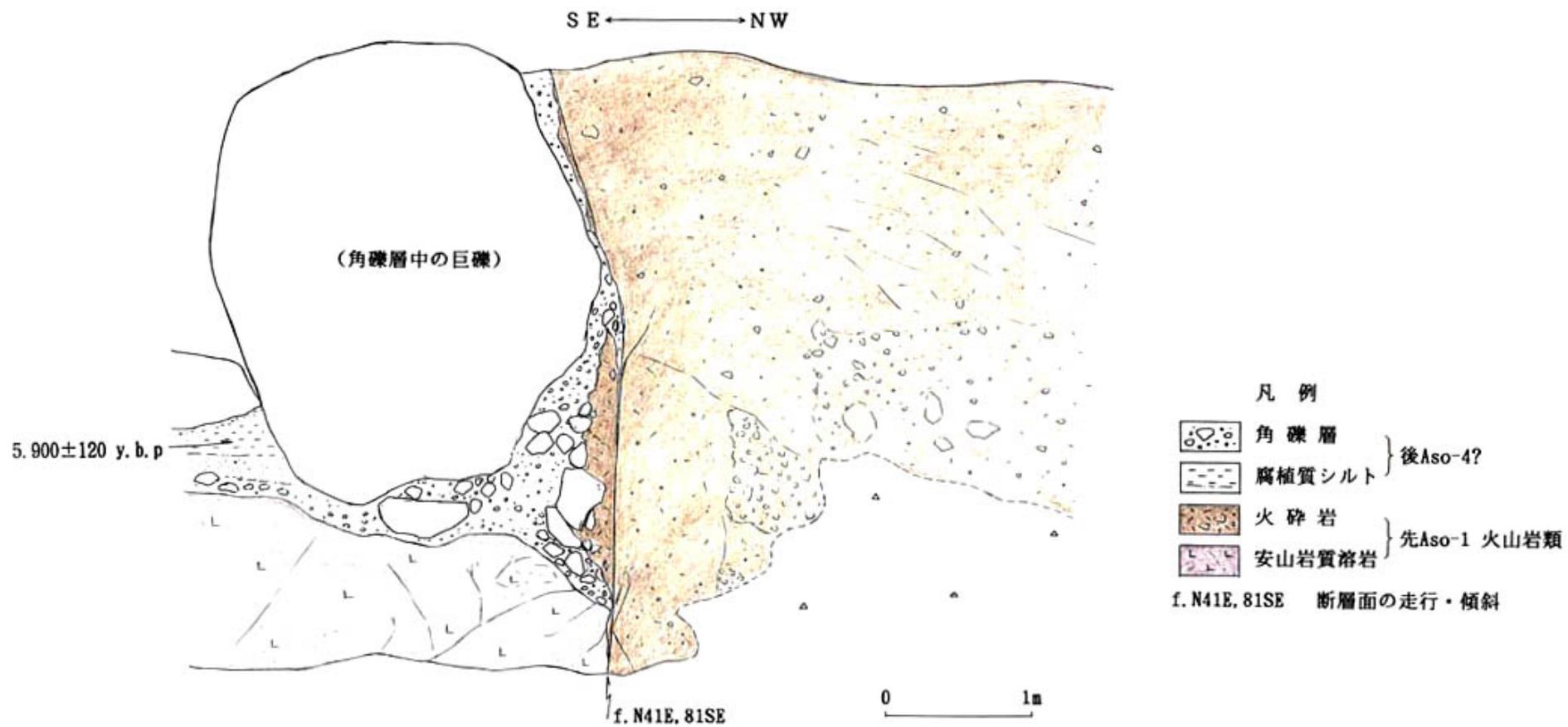


図4 白川左岸露頭スケッチ ((財) 原子力発電技術機構, 1997)

図中の数字は炭素同位体年代値。5,900 ± 120y. b. p を暦年補正すると約7千年前となる。

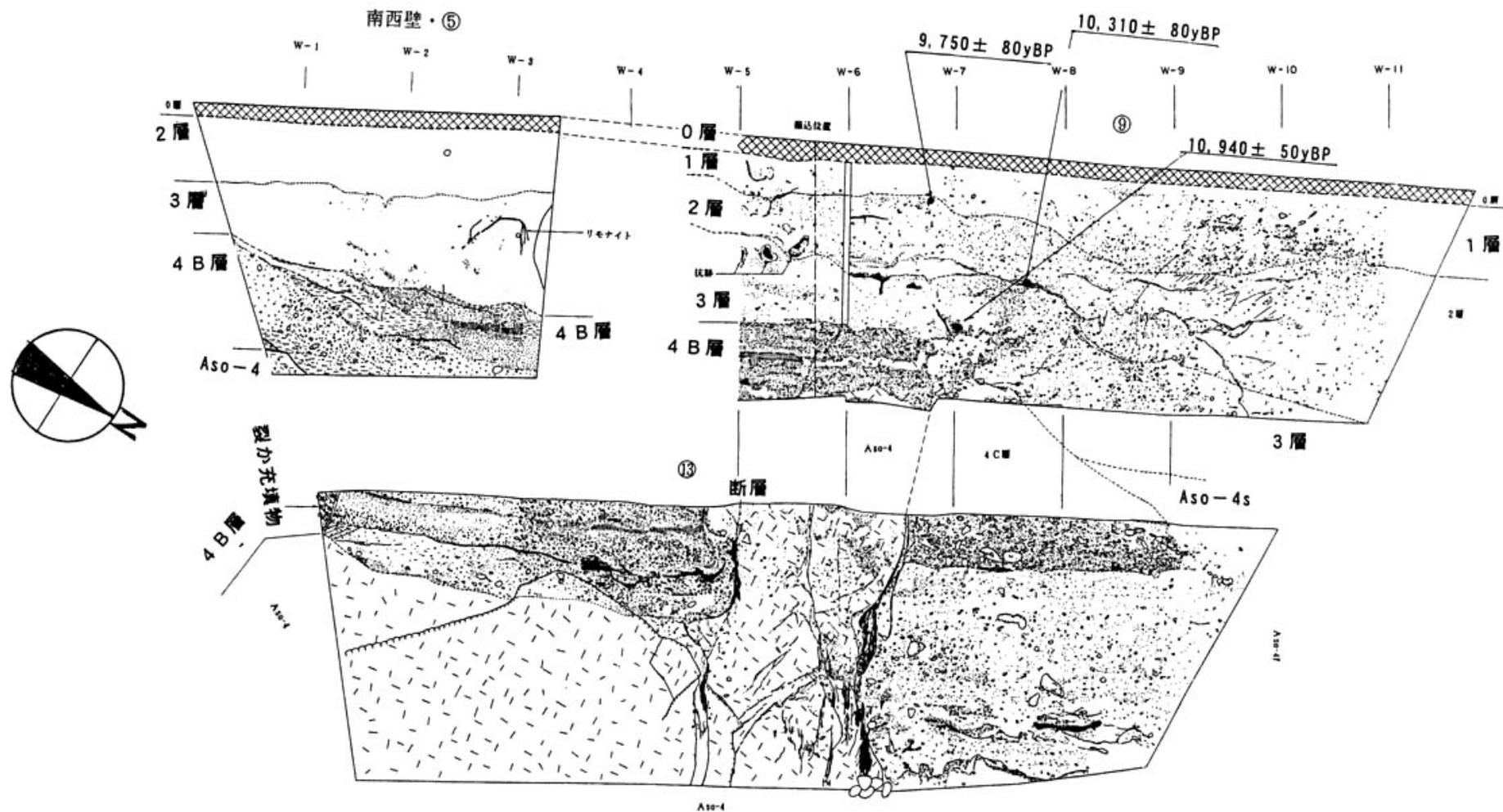


図5 田中地点のトレンチスケッチ（部分）（熊本県，1996b）

図中の数字は炭素同位体年代値。暦年補正をするとそれぞれ以下ようになる。

9,750±80yBP → 約1万年前

10,310±80yBP → 約1万1千年前

10,940±50yBP → 約1万3千年前

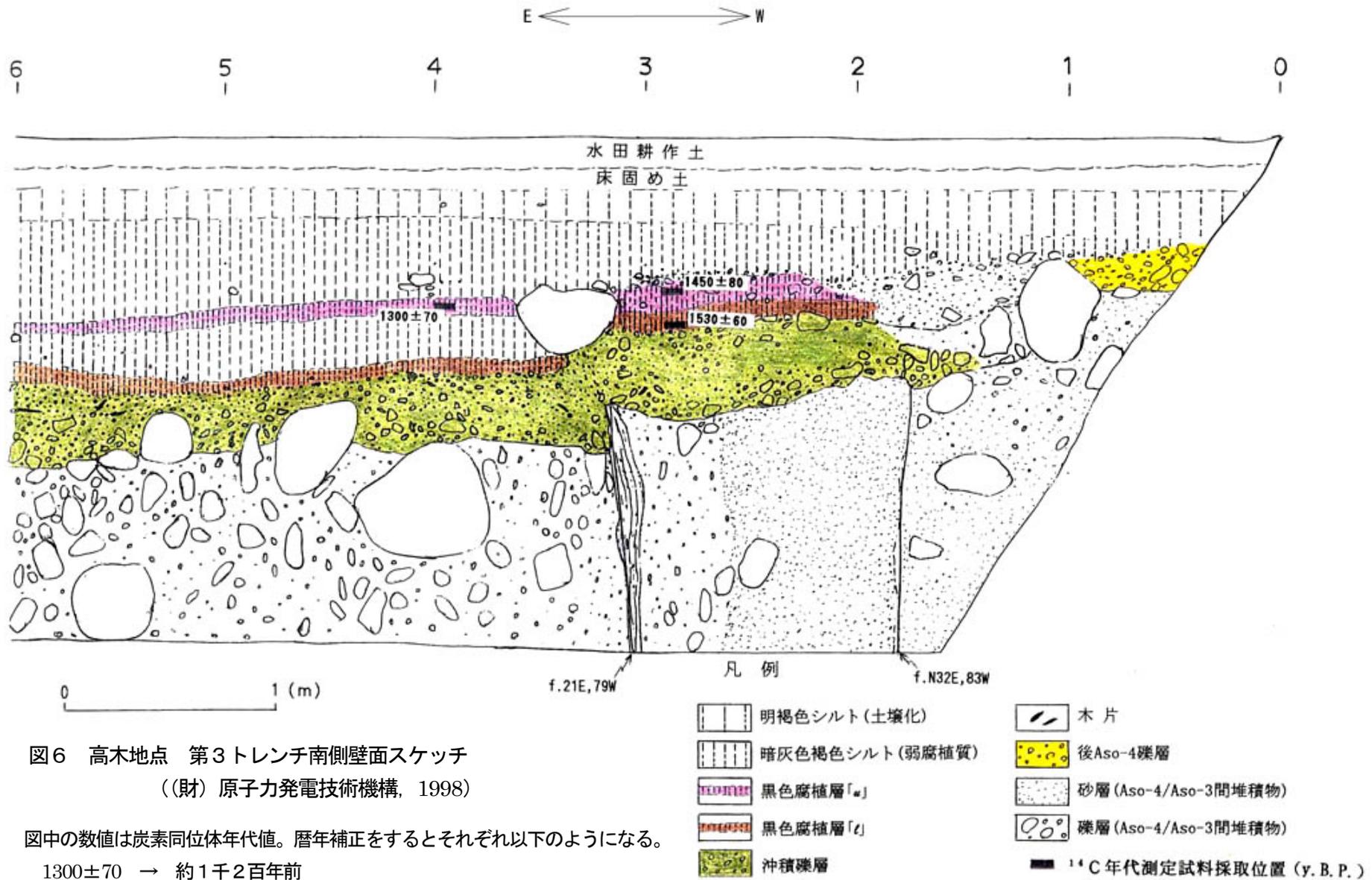
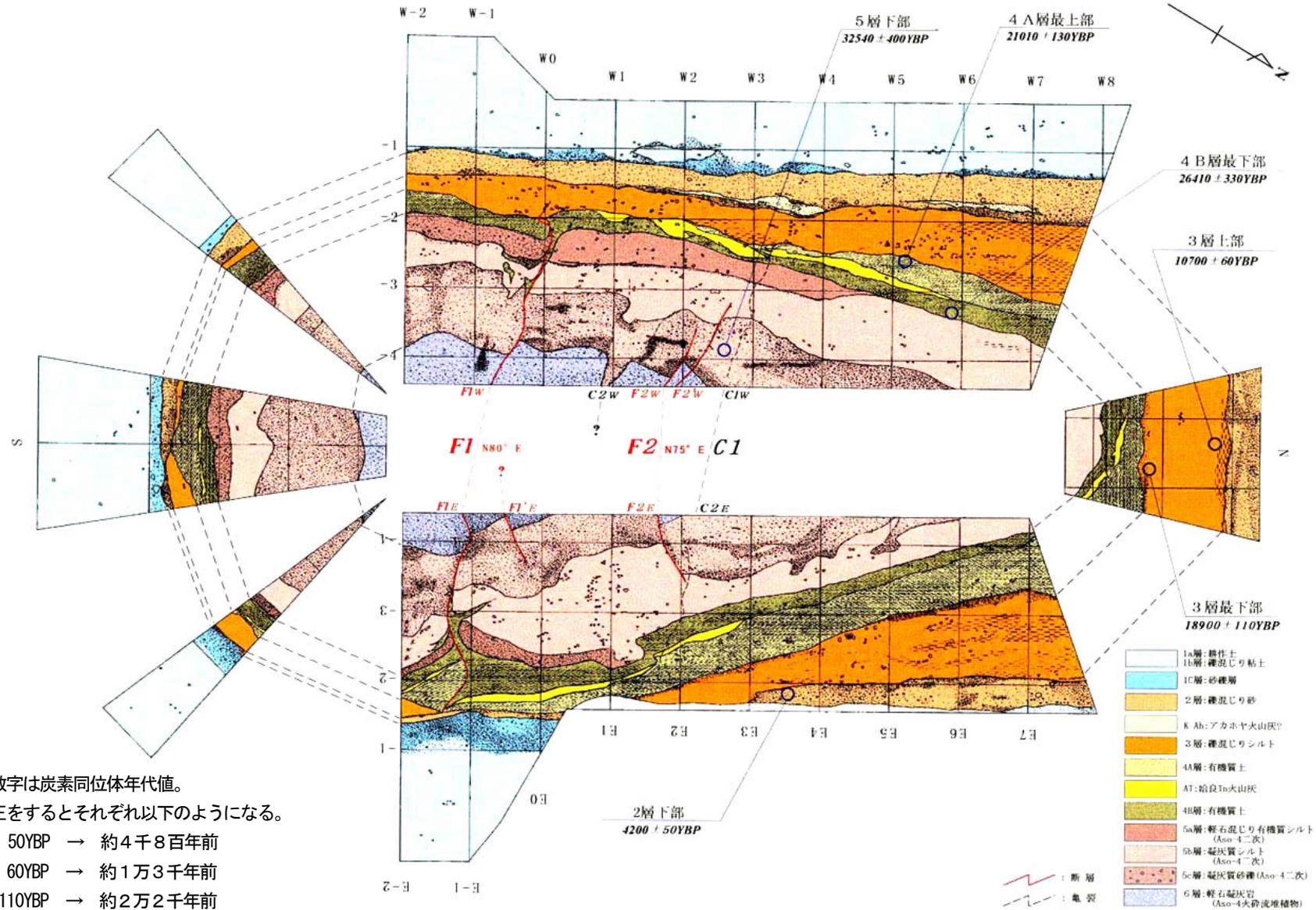


図6 高木地点 第3トレンチ南側壁面スケッチ
((財)原子力発電技術機構, 1998)

図中の数値は炭素同位体年代値。暦年補正をするとそれぞれ以下ようになる。

- 1300 ± 70 → 約1千2百年前
- 1450 ± 80 → 約1千4百年前
- 1530 ± 60 → 約1千5百年前



図中の数字は炭素同位体年代値。
 暦年補正をするとそれぞれ以下ようになる。

| | | |
|----------------|---|---------|
| 4200 ± 50YBP | → | 約4千8百年前 |
| 10700 ± 60YBP | → | 約1万3千年前 |
| 18900 ± 110YBP | → | 約2万2千年前 |
| 21010 ± 130YBP | → | 約2万4千年前 |
| 26410 ± 330YBP | → | 約3万年前 |
| 32540 ± 400YBP | → | 約3万5千年前 |

図7 高塚Bトレンチ地点のトレンチスケッチ (熊本県, 1998b に加筆)

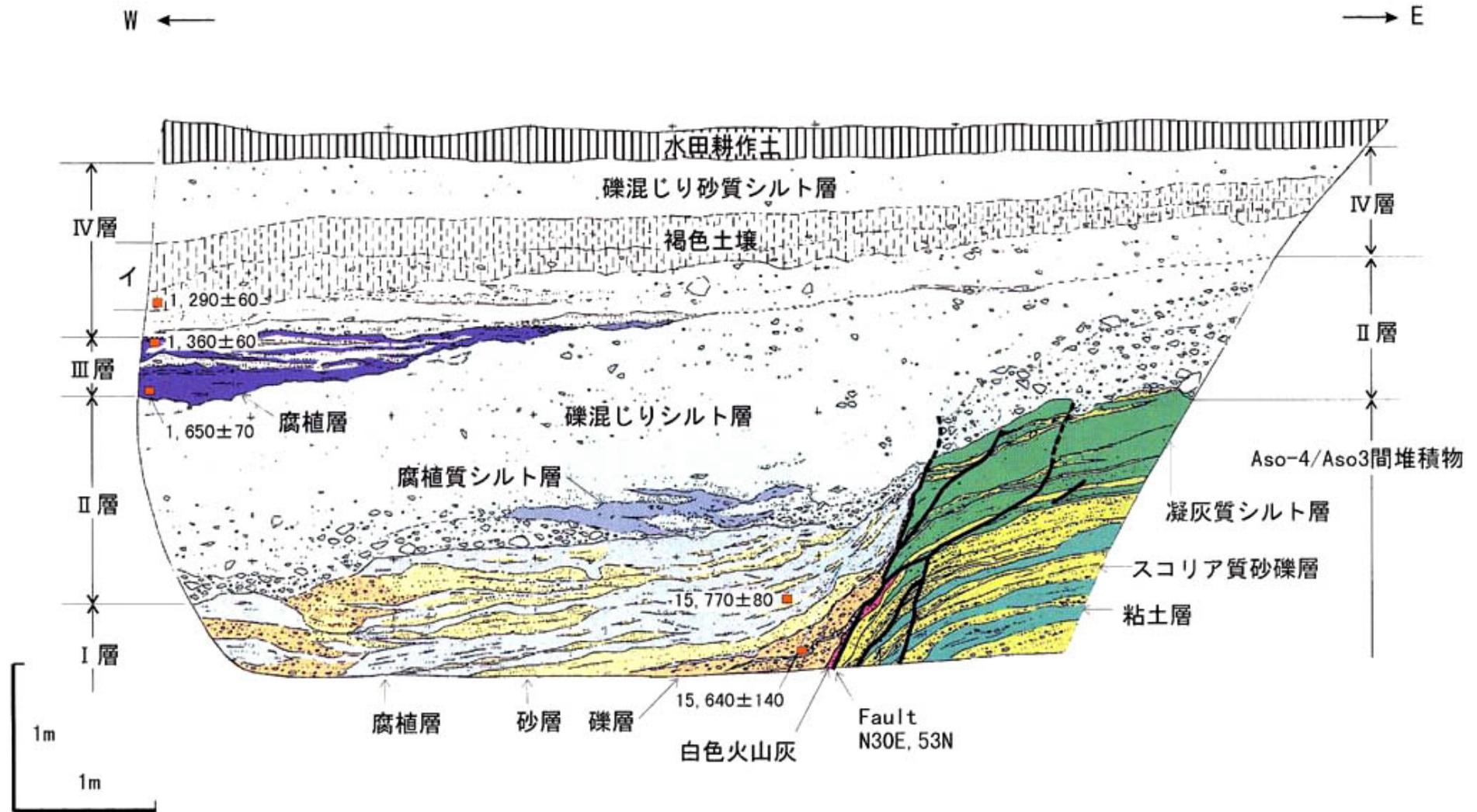


図8 栴(かこい)地点 第1トレンチ北側壁面スケッチ (下川ほか, 1999)

図中の数字は炭素同位体年代値。暦年補正をするとそれぞれ以下のようなになる。

| | | | |
|---------------|-----------|-----------------|-----------|
| 1,290 ± 60YBP | → 約1千2百年前 | 15,770 ± 80YBP | → 約1万9千年前 |
| 1,360 ± 60YBP | → 約1千3百年前 | 15,640 ± 140YBP | → 約1万9千年前 |
| 1,650 ± 70YBP | → 約1千6百年前 | | |

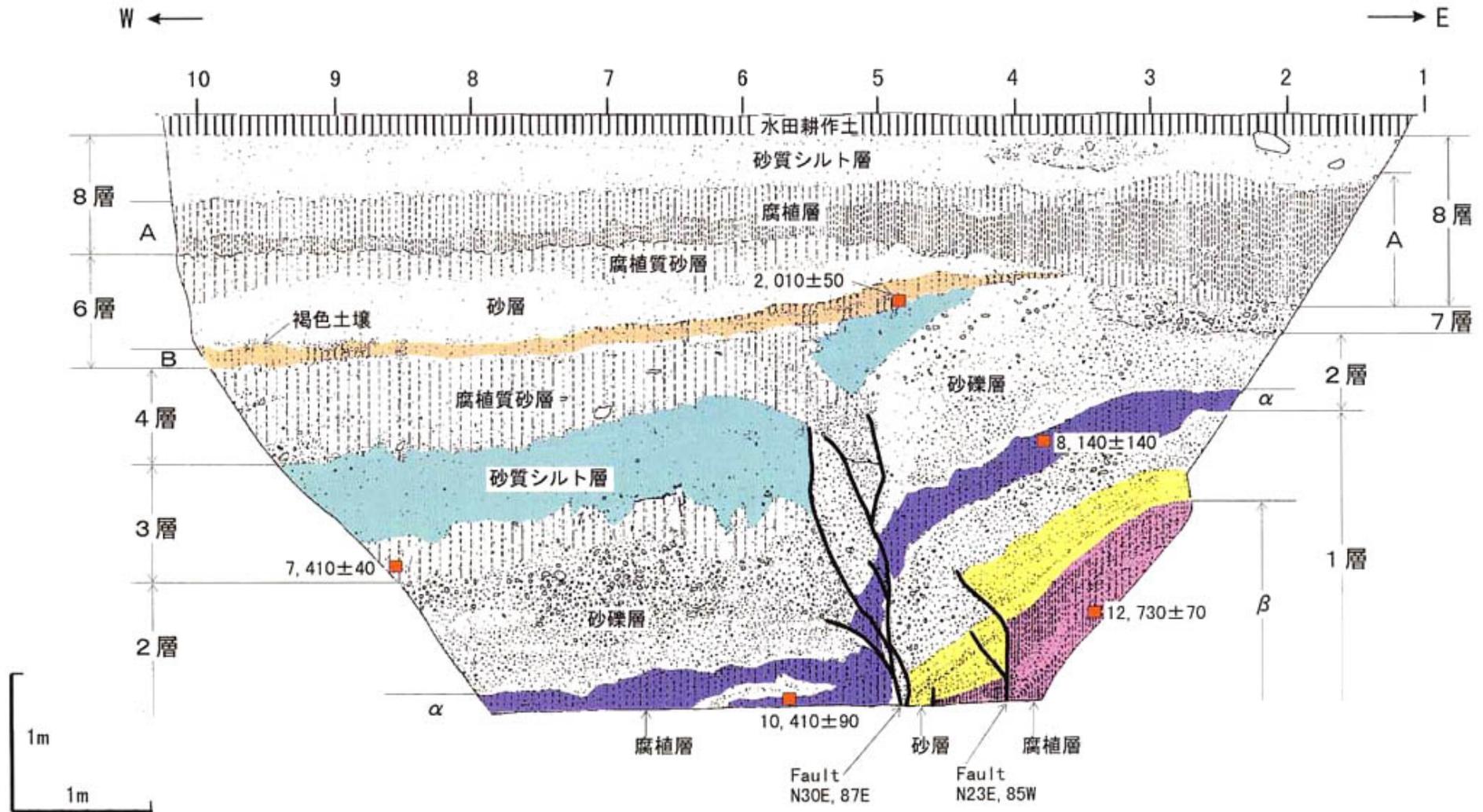
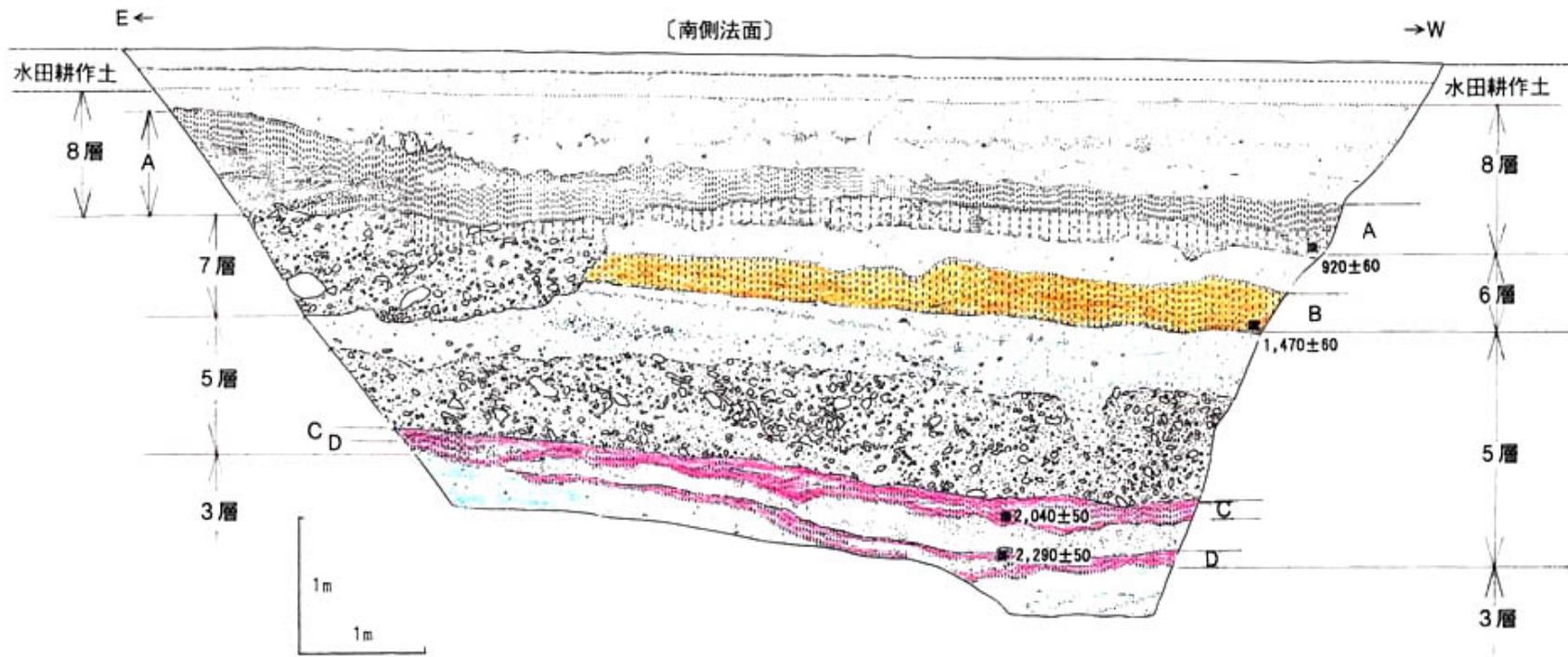


図9 柵（かこい）地点 第2トレンチ北側壁面スケッチ（下川ほか，1999）

図中の数字は炭素同位体年代値。暦年補正をするとそれぞれ以下ようになる。

| | | | |
|-------------|---------|-------------|-----------|
| 2,010 ± 50 | → 約2千年前 | 10,410 ± 90 | → 約1万1千年前 |
| 7,410 ± 40 | → 約8千年前 | 12,730 ± 70 | → 約1万5千年前 |
| 8,140 ± 140 | → 約9千年前 | | |



- 凡例
- | | |
|----------|------|
| 砂質シルト層 | } 8層 |
| 腐植層A | |
| 礫層 | } 7層 |
| 褐色土壌B | |
| 砂質シルト層 | } 6層 |
| 礫層 | |
| 砂層 | } 5層 |
| 腐植層C, D | |
| 腐植質砂層 | } 4層 |
| 礫混じりシルト層 | |
| 腐植質シルト層 | } 3層 |
| 礫層, 砂層 | |
| 腐植層α | } 2層 |
| 礫層 | |
| 砂層 | } 1層 |
| 腐植層β | |
| 断層 | |

図10 柵(かこい)地点 第2トレンチ南側壁面スケッチ ((財)原子力発電技術機構, 1998より抜粋)

図中の数字は炭素同位体年代値。暦年補正をするとそれぞれ以下ようになる。

2,040±50 → 約2千年前 2,290±50 → 約2千3百年前

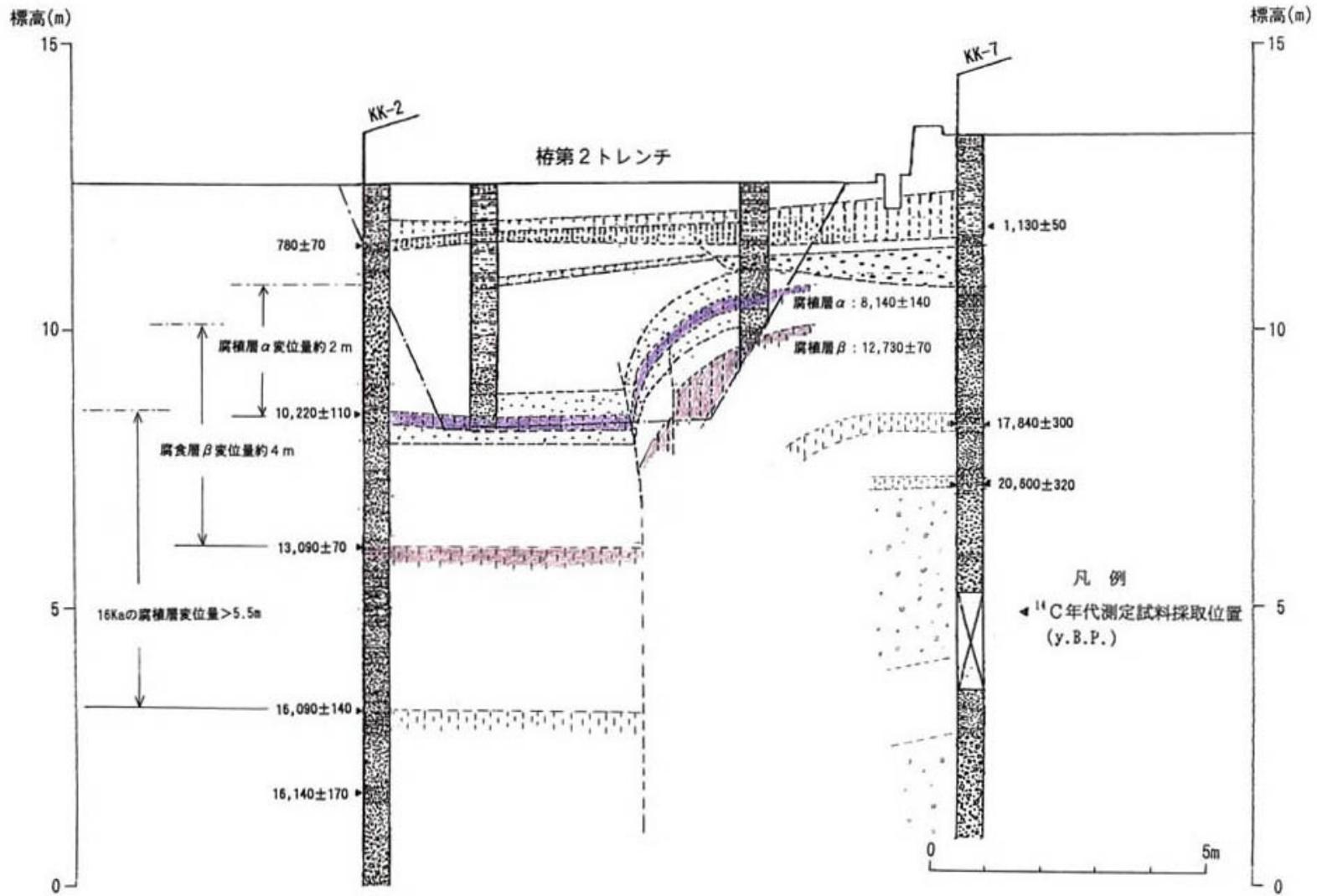


図11 枅(かこい)地点 第2トレンチとボーリングとの対比
(財)原子力発電技術機構, 1998)

図中の数字は炭素同位体年代値。暦年補正をするとそれぞれ以下ようになる。

| | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 780 ± 70 → 約8百年前 | 16,090 ± 140 → 約1万9千年前 | 12,730 ± 70 → 約1万5千年前 | 20,600 ± 320 → 約2万4千年前 |
| 10,220 ± 110 → 約1万1千年前 | 16,140 ± 170 → 約1万9千年前 | 1,130 ± 50 → 約1千1百年前 | |
| 13,090 ± 70 → 約1万5千年前 | 8,140 ± 140 → 約9千年前 | 17,840 ± 300 → 約2万1千年前 | |

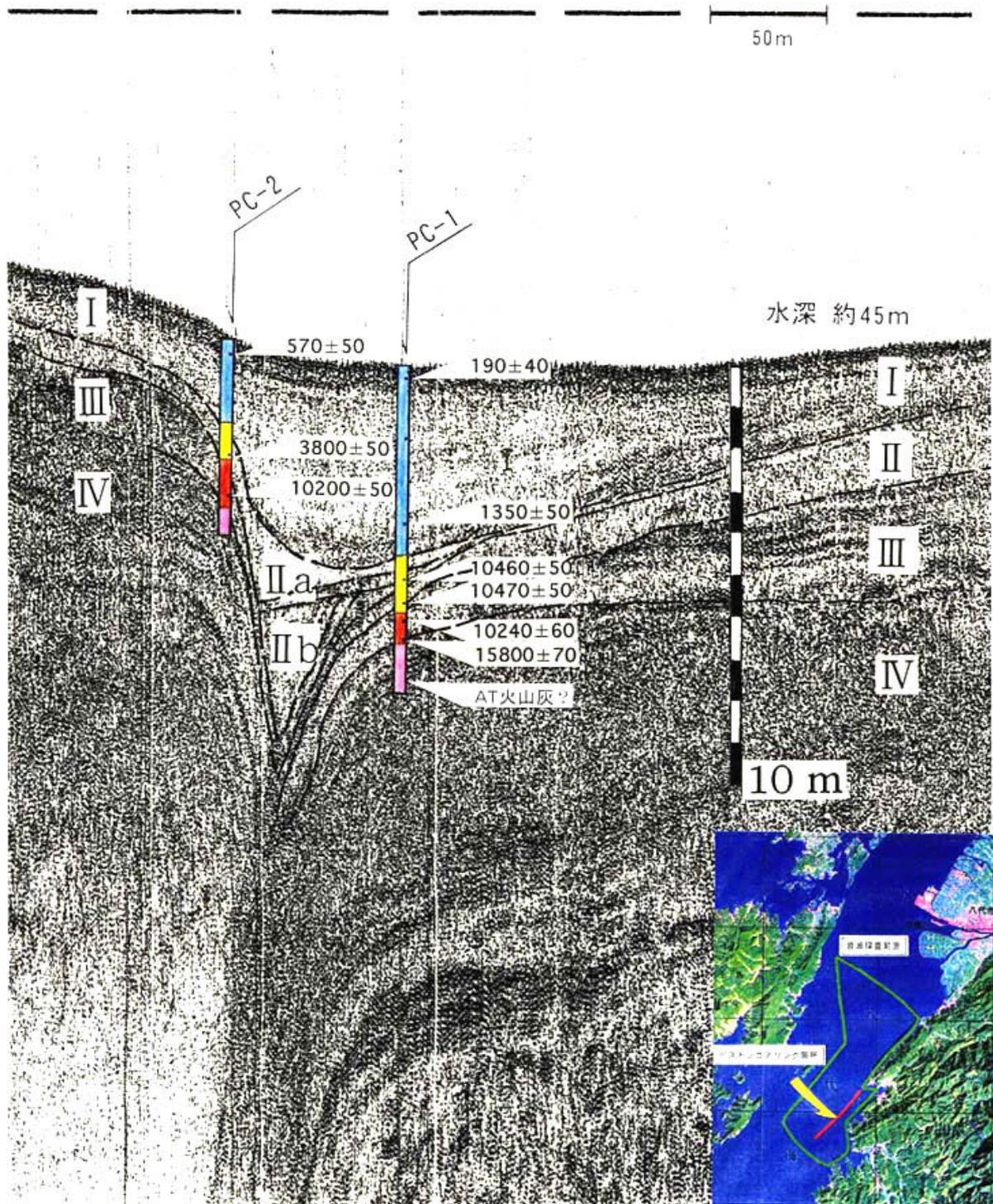


図12 八代海白神岩村における音波探査及びコアリング実施位置断面図
数字は炭素同位体年代値 (熊本県, 1998)

図中の数字は炭素同位体年代値。暦年補正をするとそれぞれ以下ようになる。

| | |
|--------------------|--------------------|
| 570±50 → 約6百年前 | 10460±50 → 約1万1千年前 |
| 3800±50 → 約4千2百年前 | 10470±50 → 約1万1千年前 |
| 10200±50 → 約1万2千年前 | 10240±60 → 約1万1千年前 |
| 190±40 → 約2百年前 | 15800±70 → 約1万9千年前 |
| 1350±50 → 約1千3百年前 | |

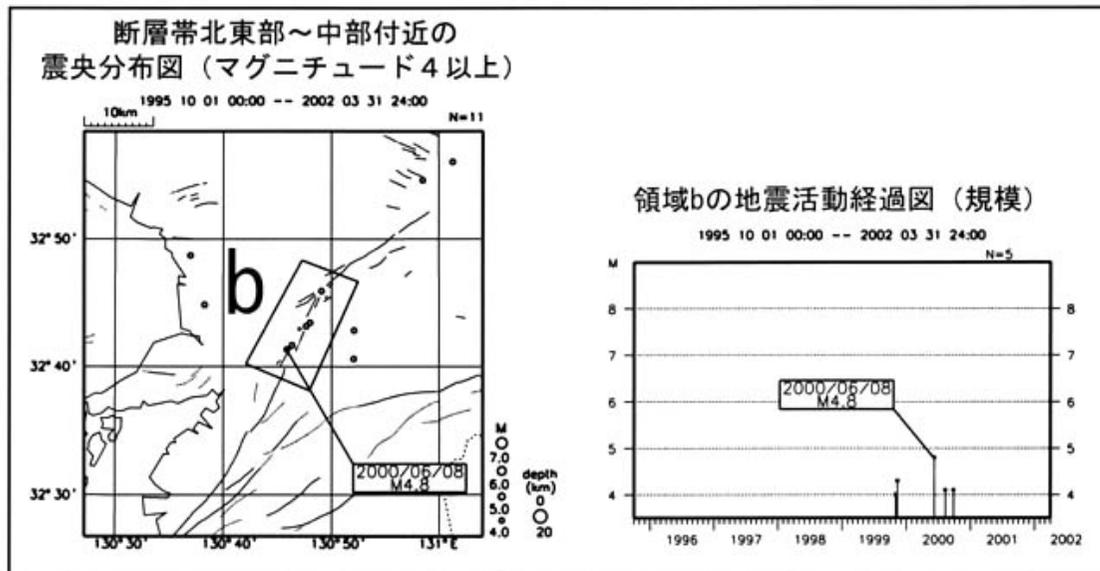
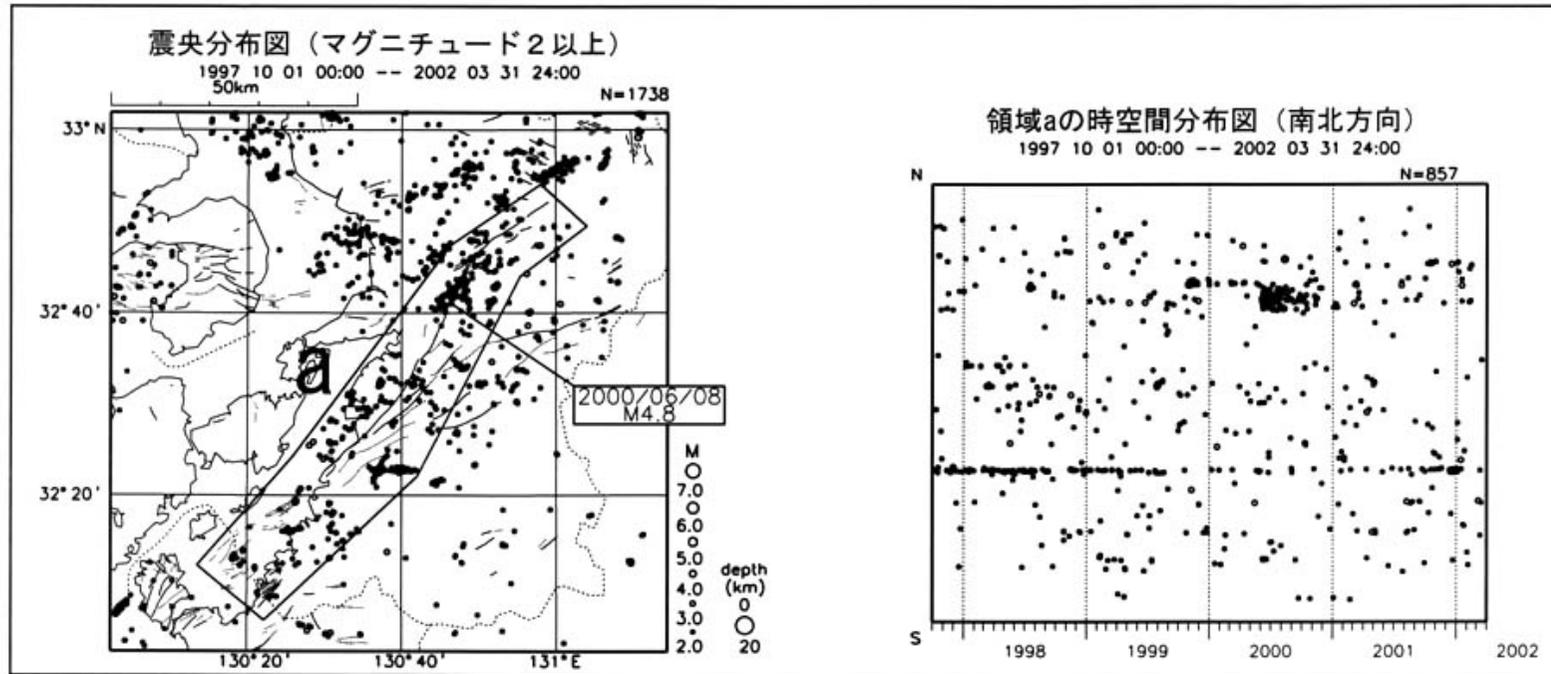


図13 布田川・日奈久断層帯付近の最近の地震活動

断層帯北東部と中部の境界付近で、1999年10月下旬頃からまとまった地震活動があり、2000年6月にはマグニチュード4.8の地震が発生した。(気象庁資料)