

出水断層帯の長期評価について

平成16年10月13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、64断層帯の長期評価を行い公表した。

今回、引き続き、出水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。

出水断層帯の評価

出水（いずみ）断層帯は、熊本県南部から鹿児島県北西部に分布する活断層帯である。ここでは、平成 9 年、10 年度及び 12 年度に鹿児島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

出水断層帯は、出水山地の北西縁に沿って、熊本県水俣市から鹿児島県出水市を経て出水郡野田町へと延びる断層帯である。長さは約 20 km で、ほぼ北東－南西方向に延びる、相対的に南東側が隆起する正断層で、右横ずれ成分を伴う（図 1、2 及び表 1）。

2. 断層帯の過去の活動

出水断層帯の平均的な上下方向のずれの速度は 0.1－0.2 m/千年程度の可能性がある。最新活動時期は、約 7 千 3 百年前以後、約 2 千 4 百年前以前の可能性があり、約 3 万 2 千年前以後に計 4 回の活動があったと推定される。また、平均活動間隔は概ね 8 千年であった可能性がある（表 1）。

3. 断層帯の将来の活動

出水断層帯は、全体が 1 つの区間として活動すると推定され、マグニチュード 7.0 程度の地震が発生すると推定される。この場合、断層の南東側が北西側に対して相対的に 1－2 m 程度高くなる段差を生じ、右横ずれを伴う可能性がある（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を算出すると表 2 に示すとおりとなる。本評価で得られた地震発生 of 長期確率には幅があるが、その最大値を取ると、本断層帯は今後 30 年の間に地震が発生する確率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となる（注 1、2）。

4. 今後に向けて

出水断層帯では、最新活動時期の信頼性の高いデータが得られていないこと、横ずれ変位の速度が不明であることなど、断層帯の特性が精度良く求められていない。このため、本断層帯について、活動時期や平均的なずれの速度及び 1 回のずれの量など、過去の活動に関する精度の良い資料を得る必要がある。

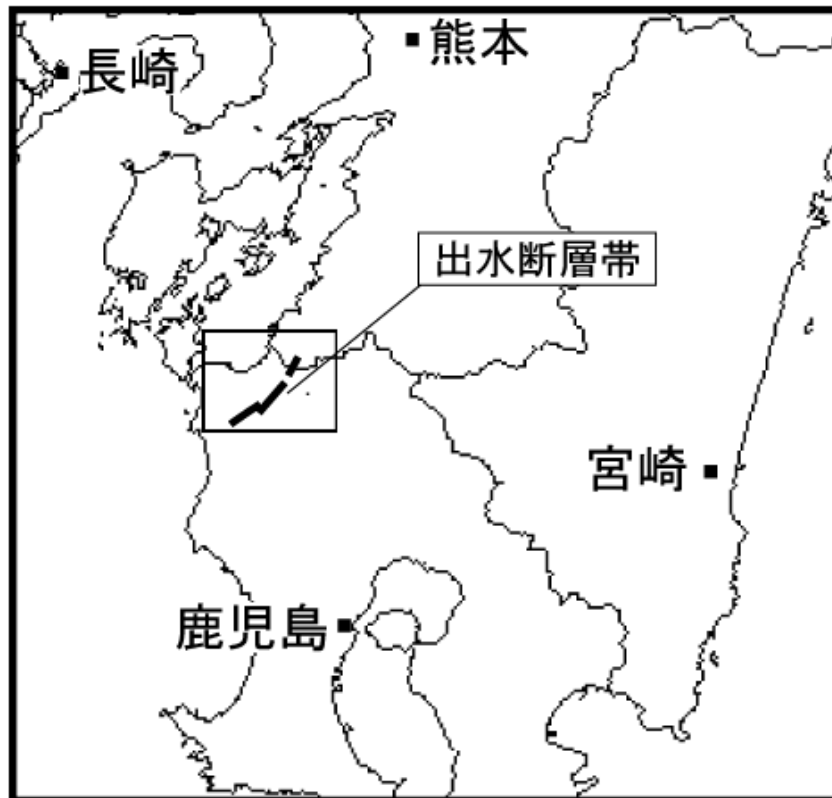


図1 出水断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)

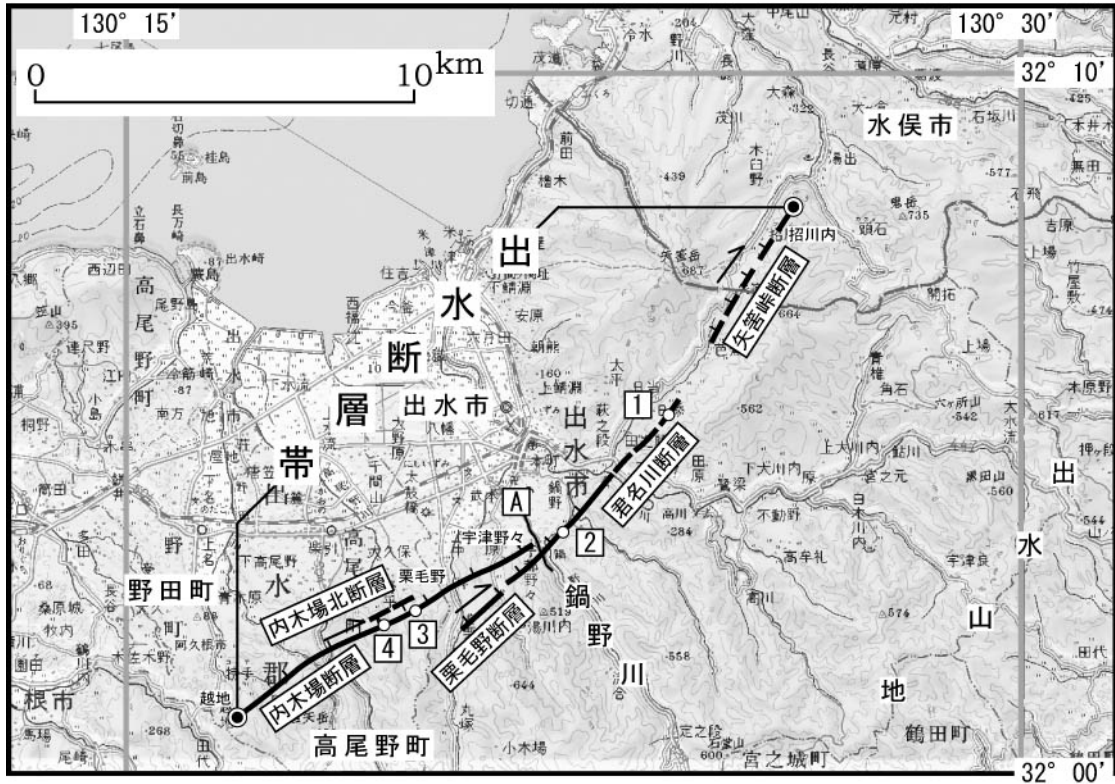


図2 出水断層帯の位置と主な調査地点

1 : 日添地点 2 : 君名川地点 3 : 内木場東地点 4 : 内木場地点

A : 反射法弾性波探査測線 (文献4)

◎ : 断層帯の北東端と南西端

断層の位置は文献5-7に基づく。

基図は国土地理院発行数値地図200000「八代」を使用。

表1 出水断層帯の特性

項目	特性	信頼度 (注3)	根拠 (注4)
1. 断層帯の位置・形態			
(1) 断層帯を構成する断層	矢筈峠（やはずとうげ）断層、君名川（きみながわ）断層、栗毛野（くりげの）断層、内木場（うちこば）断層、内木場北断層		文献5、6及び7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 （北東端）北緯 32° 08′ 東経 130° 26′ （南西端）北緯 32° 01′ 東経 130° 17′ 長さ 約 20 km	○ ○ ○	文献5、6及び7による。数値は図2から計測。 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北東端と南西端を直線で結んだ方向（図2参照）。 ◎ 傾斜は、地形の特徴や反射法弾性波探査結果から総合して推定（文献3、4）。 ○ 地震発生層の深さの下限は約 15 km。
	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 ほぼ北東－南西 （N50° E） 傾斜 約 40－50° 北西傾斜 （深さ 100 m 以浅） 幅 不明	○ ◎ ◎ ○	
(3) 断層のずれの向きと種類	南東側隆起の正断層で右横ずれ変位を伴う	◎	地形の特徴などによる。
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	0.1－0.2 m／千年程度（上下成分）	△	文献2、4による。
(2) 過去の活動時期	活動1（最新活動時期） 約7千3百年前以後、約2千4百年前以前	△	文献3、4に示された資料から推定。
	活動2（1つ前の活動時期） 約1万6千年前以後、約9千1百年前以前	○	文献3、4に示された資料から推定。
	活動3及び活動4（2つ前及び3つ前の活動時期） 約3万2千年前以後、約1万6千年前以前	○	文献3、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： 1－2 m 程度 (上下成分)	△	説明文 2.2.(3)参照。 (過去の活動と断層の長さから総合して判断)
	平均活動間隔： 概ね 8 千年	△	過去 4 回の活動から推定。
(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 7.0 程度	○	断層の長さから推定。
	ずれの量 1－2 m 程度 (上下成分)	△	過去の活動と断層の長さから総合して判断。

表 2 出水断層帯の将来の地震発生確率等

項目	将来の地震発生確率等 (注 5)	信頼度 (注 6)	備考
地震後経過率 (注 7)	0.3 - 0.9		
今後 30 年以内の地震発生確率	ほぼ 0% - 1%	c	発生確率及び集積確率は、文献 1 による。
今後 50 年以内の地震発生確率	ほぼ 0% - 2%		
今後 100 年以内の地震発生確率	ほぼ 0% - 4%		
今後 300 年以内の地震発生確率	ほぼ 0% - 10%		
集積確率 (注 8)	ほぼ 0% - 40%		

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（うち、1995 年兵庫県南部地震については「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	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)	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%－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」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 万年の場合は 30 年確率の最大値は 3%程度である。

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

◎：高い、○：中程度、△：低い

注 4：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

- 文献 1：地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）
- 文献 2：鹿児島県（1998）
- 文献 3：鹿児島県（1999）
- 文献 4：鹿児島県（2001）
- 文献 5：活断層研究会編（1991）
- 文献 6：九州活構造研究会編（1989）
- 文献 7：中田・今泉編（2002）

注 5：評価時点はすべて 2004 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：地震後経過率、発生確率及び現在までの集積確率（以下、発生確率等）の信頼度は、評価に用いた信頼できるデータの充足性から、評価の確からしさを相対的にランク分けしたもので、a から d の 4 段階で表す。各ランクの一般的な意味は次のとおりである。

a：(信頼度が) 高い b：中程度 c：やや低い d：低い

発生確率等の評価の信頼度は、これらを求めるために使用した過去の活動に関するデータの信頼度に依存する。信頼度ランクの具体的な意味は以下のとおりである。分類の詳細については付表を参照のこと。なお、発生確率等の評価の信頼度は、地震発生 of 切迫度を表すのではなく、発生確率等の値の確からしさを表すことに注意する必要がある。

発生確率等の評価の信頼度

- a：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が比較的高く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が高い。
- b：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が中程度で、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が中程度。
- c：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が低く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性がやや低い。
- d：過去の地震に関する信頼できるデータの充足度が非常に低く、これを用いて求めた発生確率等の値の信頼性が低い。このため、今後の新しい知見により値が大きく変わる可能性が高い。または、最新活動時期のデータが得られていないため、現時点における確率値が推定できず、単に長期間の平均値を確率としている。

注 7：最新活動（地震発生）時期から評価時点までの経過時間を、平均活動間隔で割った値。最新の地震発生時期から評価時点までの経過時間が、平均活動間隔に達すると 1.0 となる。今回の評価

の数字で、0.3は2千4百年を8千年で割った値であり、0.9は7千3百年を8千年で割った値。
注8：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. 出水断層帯に関するこれまでの主な調査研究

出水断層帯は、出水山地の北西縁に沿って北東－南西方向に伸びる断層帯である。Chida (1972) は、出水山地と出水平野の地形境界を活断層として初めて記載し、出水断層と命名した。九州活構造研究会編 (1989) は、出水断層を走向や変位の向きの違いや断層線の不連続などを根拠に 7 つの区間に細分し、出水断層系と改称した。

西山ほか (1995) は、出水断層帯を挟んで基盤の四万十累層群の上面に顕著な高度差が認められないことから、出水山地と出水平野の地形境界には活断層は存在しないとした。また、川原・井村 (1997) は空中写真判読及び地表地質踏査を行い、出水断層帯は右横ずれ北西側低下の活断層であるとした。

鹿児島県 (1998, 1999) は断層変位地形・断層露頭の詳細な記載を、鹿児島県 (2001) は反射法弾性波探査を行い、出水断層帯の位置・形態を明らかにした。さらに、鹿児島県 (1999, 2001) は出水断層帯沿いの数地点においてトレンチ調査を行い、断層の活動履歴を推定した。

2. 出水断層帯の評価結果

2. 1 出水断層帯の位置・形態

(1) 出水断層帯を構成する断層

出水断層帯は、出水山地の北西縁に沿って、熊本県水俣市から鹿児島県出水市、出水郡高尾野 (たかおの) 町を経て同郡野田町へと延びる断層帯である。本断層帯は、断層の分布位置等から松田 (1990) の起震断層の定義に基づけば、単一の断層帯とみなすことができる。本断層帯を構成する断層は、おおむね北東から、矢筈峠 (やはずとうげ) 断層、君名川 (きみながわ) 断層、栗毛野 (くりげの) 断層、内木場 (うちこば) 断層、内木場北断層である (図 1、2)。

本断層帯を構成する各断層の位置・形態は、九州活構造研究会編 (1989)、活断層研究会編 (1991)、鹿児島県 (1999)、中田・今泉編 (2002) などに示されている。断層の位置は各資料でほぼ一致しているが、断層帯の北東端・南西端の位置について文献ごとに若干の相違がみられる。

本断層帯を構成する断層の位置は、九州活構造研究会編 (1989)、活断層研究会編 (1991) 及び中田・今泉編 (2002) によった。本断層帯の北東端の位置については、活断層研究会編 (1991) に基づき熊本県水俣市招川内 (まんば) 付近、南西端については、中田・今泉編 (2002) に基づき鹿児島県出水郡野田町越地 (こえち) 付近とした。また、名称は活断層研究会編 (1991) 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、図 2 に示された矢筈峠断層の北東端と内木場断層の南西端を直線で結ぶとそれぞれ約 20 km、N50°E 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、鹿児島県 (2001) による君名川断層の鍋野川沿いの反射法弾性波探査結果 (図 3)、鹿児島県 (1999) による君名川断層の君名川地点のボーリング調査、及び鹿児島県 (1999, 2001) によるトレンチ壁面の断層露頭から、約 100 m 以浅では約 40–50°の北西傾斜と推定される。なお、一部に高角度ないしは南東傾斜の断層面が見られるが、これは地表付近の局所的な変形と判断した。

断層面の下端の深さは、地震発生層の下限の深さが約 15 km であることから、15 km 程度と推定される。ただし、断層面の幅は不明である。

(3) 断層の変位の向き（ずれの向き）（注9）

本断層帯は、断層変位地形の特徴や反射法弾性波探査結果（鹿児島県，2001）及び断層露頭などから、右横ずれ変位を伴い、相対的に南東側が隆起する正断層と考えられる。

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9）

a) 君名川断層

鹿児島県（1998）は、君名川断層南西部（出水市宇都野々（うつのの）地区から武本地区）において構成層中に阿多鳥浜（あたとりはま）火山灰（注10）を挟む高位扇状地面を約 20 万年前と推定し、この高位扇状地面に約 30 m の上下変位があることから、平均上下変位速度を約 0.15 m/千年としている。ただし、この地点から約 1 km 北方において、並走する別の断層によって同じ段丘面に撓曲変形が認められていることから（鹿児島県，1998）、本断層帯全体としての平均上下変位速度はより大きくなる可能性がある。

なお、川原・井村（1997）は、入戸（いと）火砕流堆積物（注10：約 2 万 8 千年前）を切る比高約 10m の低断層崖が存在することから、平均上下変位速度を約 0.4 m/千年としているが、詳細な図が示されていないことからこの値については参考扱いとする。

b) 内木場断層

鹿児島県（2001）は、後述（2. 2. (2). b）参照）の内木場断層の内木場地点第3トレンチにおいて、約 3 万 2 千年前の ^{14}C 年代値が得られている地層（c 層）が上下に約 3 m 変位していることから、平均上下変位速度を約 0.1 m/千年としている。ただし、これはトレンチ内の狭い範囲内のみでの値であり、実際の平均上下変位速度はこれより大きくなる可能性があるため、精度はやや劣る。

なお、九州活構造研究会編（1989）は約 20 万年前の山地斜面に約 100m の上下変位と、それを開析する谷に約 100 m の右横ずれ屈曲が認められることから、平均上下変位速度と平均右横ずれ変位速度をともに約 0.5 m/千年としているが、具体的な変位地形が図示されておらず、また年代根拠もあきらかでないため、この値は参考扱いとする。

その他、九州活構造研究会編（1989）は、矢筈峠断層において、鮮新—更新統の安山岩類（100—200 万年前）からなる山地斜面とその開析谷に 130 m の上下変位と 60 m の右横ずれが認められることから、平均上下変位速度を 0.065—0.13 m/千年、平均右横ずれ速度を 0.03—0.06 m/千年としている。しかし、この安山岩類の年代の精度が十分でないこと、安山岩類の年代が断層の活動開始時期より古い可能性があることから、この平均変位速度の信頼性は低いと考えられるので、この値は参考値とする。また、九州活構造研究会編（1989）は、内木場北断層が高位段丘面（約 20 万年前）を約 10 m 上下変位させているとして平均上下変位速度を約 0.05 m/千年としているが、段丘面の年代の根拠が不明なことから、この値も参考値とする。

以上より、本断層帯の平均上下変位速度は、0.1–0.2 m/千年の可能性はある。
なお、横ずれ成分についての具体的な変位速度は不明である。

(2) 活動時期

○地形・地質的に認められた過去の活動

a) 君名川断層日添（ひぞえ）地点

鹿児島県（2001）は君名川断層沿いの数地点でトレンチ調査を行い、出水市日添地点の第 6A トレンチ北東壁面において、鬼界アカホヤ火山灰層（注 10：約 7 千 3 百年前）が断層による引きずり変形を受け、IVd 層に覆われていることを確認している。このことから、鬼界アカホヤ火山灰堆積より後（約 7 千 3 百年前以後）に最新活動があったことが推定される。

また、鹿児島県（2001）は同トレンチ南西壁面において、IVa 層中の約 1 万 3 千年前の ^{14}C 年代値（注 11）が得られている腐植層の亀裂が、上位の堆積物に充填されていることを認めている。このことから、約 1 万 3 千年前以後に少なくとも 1 回の活動があった可能性がある。

なお、鹿児島県（1999）は出水市君名川地点においてもトレンチ調査を行っており、基盤岩（四万十層群）中の主断層から入戸火砕流堆積物中に連続する「スジ状断裂」（赤褐色粘土脈）が、約 6 千 8 百年–6 千 6 百年前の ^{14}C 年代値が得られている礫層 b に覆われるとしている。しかしながら、この「スジ状断裂」が断層活動に起因するものかどうか明らかではないため、断層の活動時期を特定することはできない。

b) 内木場断層内木場東地点

鹿児島県（2001）は出水郡高尾野町の内木場東地点において複数のトレンチ調査を行い、第 2 トレンチ南西壁面において鬼界アカホヤ火山灰起源のガラスを含む砂礫層が断層によって変位しているが、第 3 トレンチ南西壁面においては g 層を変位させていないとしている（図 4）。g 層の上位の黒色土壌から 13–14 世紀を示す ^{14}C 年代値が得られていることから、約 7 千 3 百年前以後、14 世紀以前に最新活動があったと推定される。

また、鹿児島県（2001）は第 3 トレンチにおいて、e 層基底面の変位量（1.5 m）が f 層基底面の変位量（0.7–0.75 m）の 2 倍程度であること、同トレンチの南西壁面において分岐断層が e 層を切り f 層に覆われることから、内木場断層は e 層堆積より後、f 層堆積より前に活動したとしている（図 4）。e 層基底部からは約 1 万 6 千年前、f 層基底部からは約 9 千 4 百–9 千 1 百年前の ^{14}C 年代値が得られていることから、1 つ前の活動は、約 1 万 6 千年前以後、約 9 千 1 百年前以前と推定される。

さらに、鹿児島県（2001）は第 3 トレンチにおいて、d 層基底面の変位量（2.1–2.25 m）が e 層基底面の変位量（1.5 m）より大きいこと、d 層を切る分岐断層が e 層に覆われることから、d 層堆積より後、e 層堆積より前に 2 つ前の活動を、c 層基底面の変位量（2.9–3.0 m）が d 層基底面の変位量（2.1–2.25 m）よりも大きいことから、c 層堆積より後、d 層堆積より前に 3 つ前の活動を推定している（図 4）。c 層からは年代試料が得られていないが、その下位の b 層から約 3 万 2 千年前を示す ^{14}C 年代値が得られている。よって、約 3 万 2 千年前以後、約 1 万 6 千年前以前に 2 つ前及び 3 つ前の活動があったと推定される。

以上のことから、本地点においては、約 3 万 2 千年前の ^{14}C 年代値が得られている b 層の堆積より後に、計 4 回の活動が推定される。

c) 内木場断層内木場地点

鹿児島県（1999）は出水郡高尾野町の内木場地点においてトレンチ調査を行い、阿蘇4火山灰（注10：約8万5千～9万年前）起源の火山ガラスを含むシルト層が断層で変位し、約2千8百年～2千6百年前の¹⁴C年代値を示す角礫層に覆われるとしている（図5）。しかしながら、鹿児島県（1999）によるトレンチのスケッチからは、このシルト層と角礫層の上下関係が判断できないため、この年代試料に基づいて断層の活動時期を特定することはできない。しかし、この角礫層の上位の約2千5百年～2千4百年前の¹⁴C年代値が得られている腐植質礫層は断層を覆っているように見えることから、内木場断層は本地点では約2千4百年前以前に活動した可能性がある。ただし、鹿児島県（1999）のスケッチでは礫層内の堆積構造が十分に図示されていないため、この活動時期の信頼性は劣る。

○先史時代・歴史時代の活動

本断層帯の近傍では、先史時代・歴史時代の被害地震は知られていない。

以上より、出水断層帯の最新活動時期は約7千3百年前以後、約2千4百年前以前の可能性がある。また、1つ前の活動時期は約1万6千年前以後、約9千1百年前以前と推定され、2つ前及び3つ前の活動時期は、約3万2千年前以後、約1万6千年前以前と推定される（図6）。

（3）1回の変位量（ずれの量）（注9）

鹿児島県（2001）は、内木場東第3トレンチのf層基底面の変位量が0.75 mであること、同トレンチで認められた4回の活動の累積変位量が約3 mであることから（図4）、1回の上下変位量を0.75 mと算出している。しかし、これはトレンチ内の狭い範囲で計測した値であり、実際はこれよりも大きな値となる可能性がある。

また、平均上下変位速度（0.1～0.2 m/千年：2. 2.（2）参照）と活動間隔（概ね8千年：2. 2.（4）参照）から、1回の上下変位量は0.8～1.6 mと求められる。一方、本断層帯は長さが約20 kmであることから、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1.6 mと求められる。この値は上記の平均変位速度と活動間隔から求めた値と矛盾しない。

以上のことから総合的に判断すると、1回の活動に伴う本断層帯の上下変位量は1～2 m程度である可能性がある。

なお、横ずれ変位量に関しては数値を限定できるような資料はない。

ここで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。

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

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

（4）活動間隔

本断層帯の平均活動間隔は、内木場東地点及び内木場地点でのトレンチ調査結果により、約3万2千年前以後、計4回の活動があったと推定されていることから、概ね8千年であった可能性

がある。ただし、最新活動時期、2つ前及び3つ前の活動時期は十分に特定されていないので、この値の信頼性はやや劣る。

(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、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

本断層帯周辺における1994年までの約100年間の測地観測結果では、断層帯周辺で北西-南東方向の伸びが見られる。また、1985年からの約10年間でも、北西-南東方向の伸びが見られる。最近5年間のGPS観測結果では、北西-南東方向の伸びに加え、北東-南西方向の縮みが見られる。

(7) 地震観測結果

最近約6年間の地震観測結果によると、本断層帯に沿う地震活動は低調である。本断層帯周辺における地震発生層の下限の深さは約15kmである。本断層帯周辺で発生する地震の発震機構は、ほぼ北西-南東に張力軸を持つ横ずれ断層型が多い。

なお、本断層帯の南方約10kmで、1997年3月26日にマグニチュード6.6(最大震度5強)、1997年5月13日にマグニチュード6.4(最大震度6弱)の地震が発生した。これらの地震は、余震及び発震機構より、東西または南北、あるいは両方向の横ずれ型の断層運動によるものと考えられ、走向は本断層帯と異なっている。

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、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20kmと推定されることから、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7.0程度と求められる。また、この際に、断層の南東側が北西側に対して相対的に約1-2m程度高くなるような段差を生じ、右横ずれを伴う可能性がある。

(2) 地震発生の可能性

本断層帯では、平均活動間隔が概ね8千年、最新活動時期が約7千3百年前以後、2千4百年前以前と求められていることから、平均活動間隔に対する現在における地震後経過率は、0.3-0.9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、 $\alpha=0.24$)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、それぞれほぼ0-1%、ほぼ0-2%、ほぼ0-4%、ほぼ0-10%となる(表2)。また、現在までの集積確率は、ほぼ0-40%となる。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。

本評価で得られた地震発生の長期確率には幅があるが、その最大値を取ると、本断層帯は今後30年の間に地震が発生する確率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となる(注1、2)。

3. 今後に向けて

出水断層帯では、最新活動時期の信頼性の高いデータが得られていないこと、横ずれ変位の速度が不明であることなど、断層帯の特性が精度良く求められていない。このため、本断層帯について、活動時期や平均的なずれの速度及び1回のずれの量など、過去の活動に関する精度の良い資料を得る必要がある。

注9：「変位」を、1ページの本文、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10：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。これに伴い、ほぼ同時に噴出したとされる入戸火砕流堆積物(A-Ito)の年代値も約2万8千年前とした。また、鬼界アカホヤ(K-Ah)火山灰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、阿蘇4火山灰(Aso-4)及び阿多鳥浜火山灰(Ata-Th)の降下年代値については、町田・新井(2003)に従いそれぞれ約8万5千-9万年前、約24万年前とした。

注11：10,000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1千年単位で示した。

文 献

- Chida, N. (1972) : On the Izumi Fault, Southwest Kyushu. Sci. Rep. Tohoku Univ. 7 th Ser., 22, 189-201.
- 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.
- 鹿児島県 (1998) : 「平成 9 年度地震関係基礎調査交付金 鹿児島湾西縁断層, 出水断層帯及びその周辺の断層に関する調査 成果報告書」. 鹿児島県, 1-1-3-3-33.
- 鹿児島県 (1999) : 「平成 10 年度地震関係基礎調査交付金 鹿児島湾西縁断層及び出水断層帯に関する調査 成果報告書」. 鹿児島県, 133p.
- 鹿児島県 (2001) : 「平成 12 年度地震関係基礎調査交付金 出水断層帯に関する調査 成果報告書」. 鹿児島県, 128p.
- 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.
- 川原あかね・井村隆介 (1997) : 鹿児島県北西部出水断層系ストリップマップ. 第四紀学会講演予稿集, 194-195.
- Kitagawa, H. and van der Plicht, J. (1998) : Atmospheric radiocarbon calibration to 45,000yrB.P.:Late Glacial fluctuations and cosmogenic isotope production. Science, 279, 1187-1190.
- 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.
- 九州活構造研究会編 (1989) : 「九州の活構造」. 東京大学出版会, 286p.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) : 「新編 火山灰アトラスー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・岡田篤正・藤田和夫編 (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.
- 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头集編集委員会編 (1996) : 「第四紀露头集ー日本のテフラ」. 日本第四紀学会, 352p.
- Niklaus, T. R. (1991) : CalibETH version 1.5, ETH Zurich, 2disketts and manual, 151p.
- 西山賢一・横田修一郎・岩松 暉 (1995) : 鹿児島県出水平野の地質構造. 鹿児島大学地学部紀要 (地学・生物学), 28, 79-99.
- 総理府地震調査研究推進本部地震調査委員会 (1999) : 「日本の地震活動ー被害地震から見た地域別の特徴ー<追補版>」. 395p.
- 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.

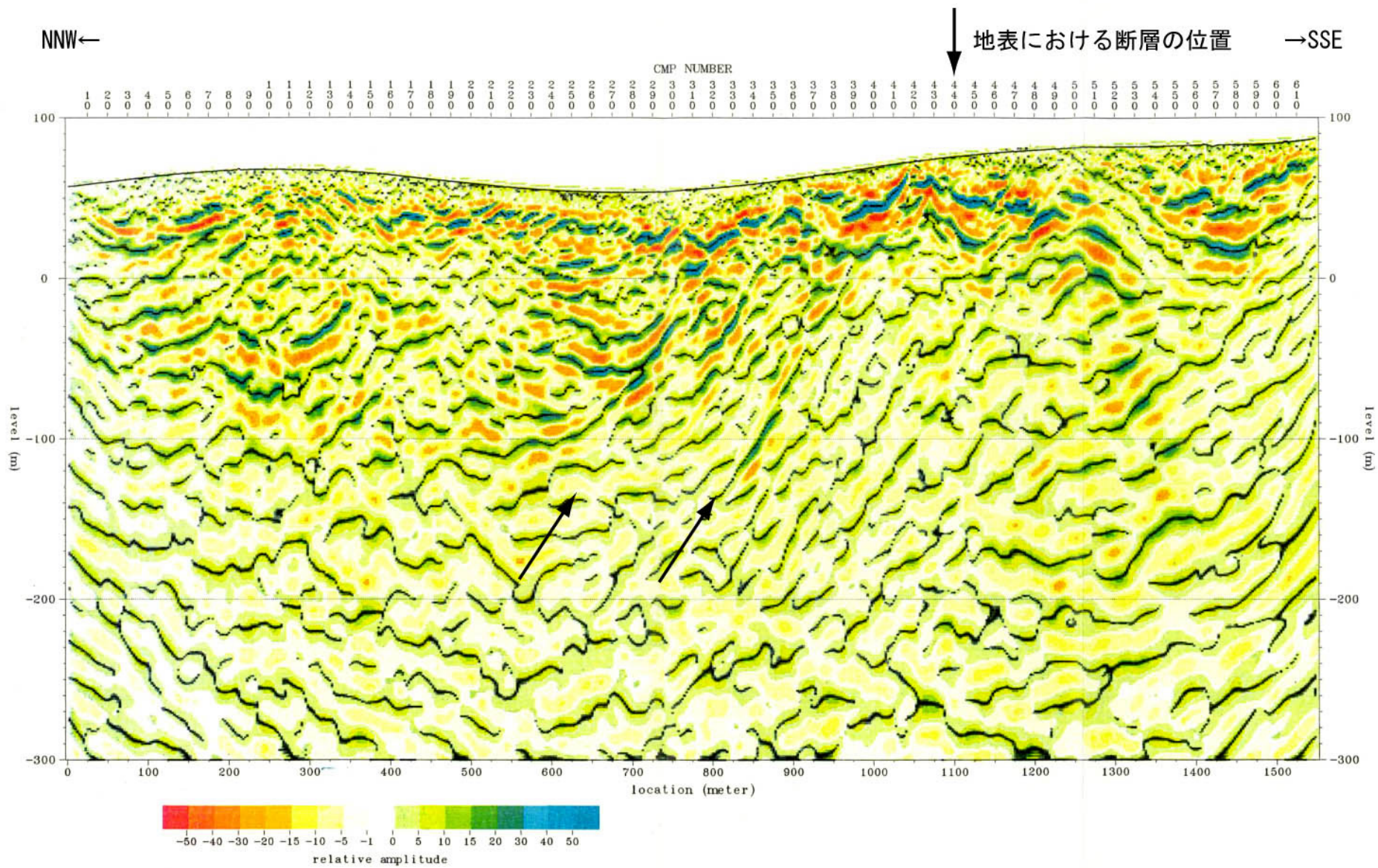


図3 君名川断層における反射法弾性波探査結果（深度断面図、縦：横＝2：1；鹿児島県，2001）に断層の位置（矢印）を加筆

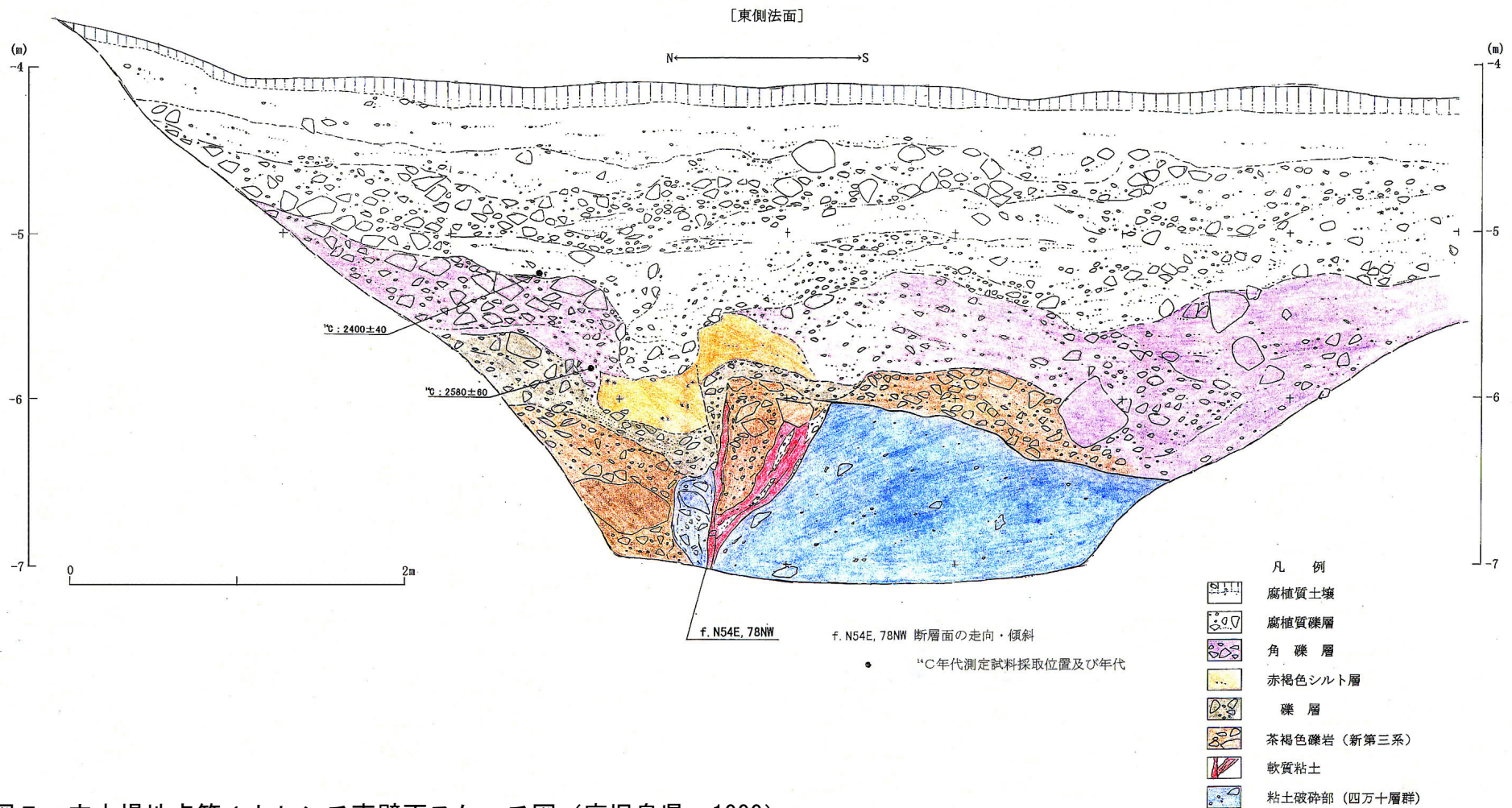


図5 内木場地点第1トレンチ東壁面スケッチ図 (鹿児島県, 1999)

図中の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位体年代。10000年BPより新しい放射性炭素同位体年代はNiklaus(1991)に基づいて暦年補正し、紀元前を100年単位で四捨五入して表示すると以下ようになる。

2400 ± 40 yBP → 約2千4百 - 2千5百年前 2580 ± 60 yBP → 約2千6百 - 2千8百年前

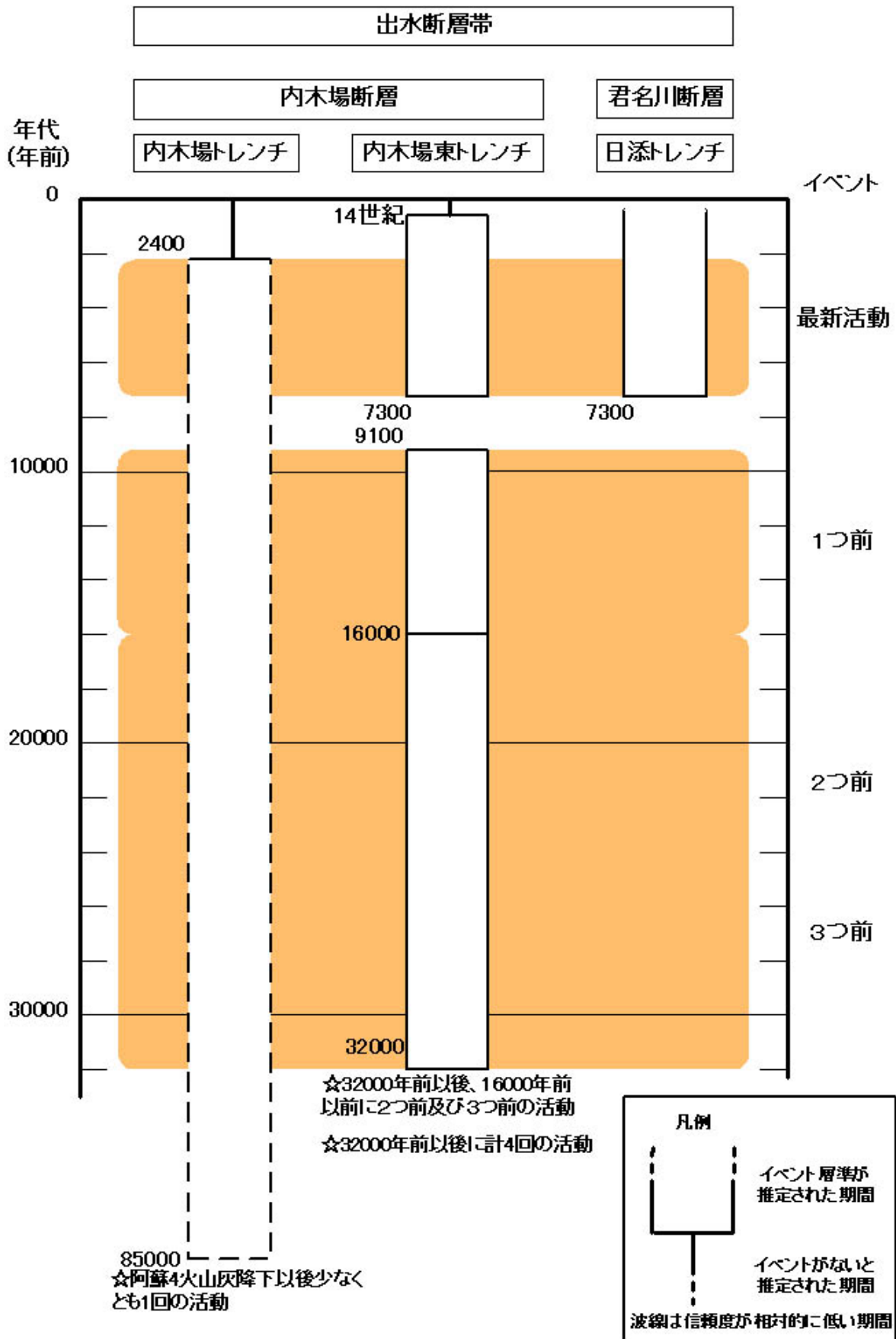


図6 出水断層帯の活動の時空分布図

表3 出水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	0.3-0.9	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	ほぼ 0% - 1%	
今後 50 年以内の発生確率	ほぼ 0% - 2%	
今後 100 年以内の発生確率	ほぼ 0% - 4%	
今後 300 年以内の発生確率	ほぼ 0% - 10%	
集積確率	ほぼ 0% - 40%	
指標(1) 経過年数	マイナス 3 千 1 百年 - 1 千 7 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	0.4 - 1.3	
指標(2)	ほぼ 0 - 3	
指標(3)	ほぼ 0% - 40%	
指標(4)	ほぼ 0 - 0.3	
指標(5)	0.0001	

注 12：評価時点はすべて 2004 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。

指標(1)経過年数：当該活断層での大地震発生の危険率（1年間あたりに発生する回数）は、最新活動（地震発生）時期からの時間の経過とともに大きくなる（BPT 分布モデルを適用した場合の考え方）。一方、最新活動の時期が把握されていない場合には、大地震発生の危険率は、時間によらず一定と考えざるを得ない（ポアソン過程を適用した場合の考え方）。

この指標は、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率が、ポアソン過程を適用した場合の危険率の値を超えた後の経過年数である。値がマイナスである場合は、BPT 分布モデルを適用した場合の危険率がポアソン過程を適用した場合の危険率に達していないことを示す。本断層帯の場合、ポアソン過程を適用した場合の危険率は、8 千分の 1（0.0001）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 - 2 千 5 百分の 1（0.0004）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 3 千 1 年を要し、2 千 5 百分の 1 であればすでに約 1 千 7 百年が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。