

山崎断層帯の長期評価について

平成15年12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、43断層帯の長期評価を行い公表した。

今回、引き続き、山崎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。

山崎断層帯の評価

山崎（やまさき）断層帯は、岡山県東部から兵庫県南東部にかけて分布する活断層帯である。ここでは、平成 7 年度に岡山県によって行われた調査、平成 7 年度から 12 年度にかけて兵庫県によって行われた調査等をはじめ、これまでに行われた調査研究成果に基づいて、草谷断層を含めた山崎断層帯について次のように評価した。

1. 断層帯の位置及び形状

山崎断層帯は、那岐山（なぎせん）断層帯、山崎断層帯主部、草谷断層の 3 つの起震断層に区分される。

那岐山断層帯は、岡山県苫田（とまた）郡鏡野町から岡山県勝田郡奈義（なぎ）町に至る断層帯である。長さは約 32km で、ほぼ東西方向に延びており、断層帯の北側が南側に対して相対的に隆起する断層帯である。

山崎断層帯主部は、岡山県勝田郡勝田町から兵庫県三木市に至る断層帯で、ほぼ西北西－東南東方向に一連の断層が連なるように分布している。全体の長さは約 80km で、左横ずれが卓越する断層帯である。

草谷断層は、兵庫県三木市から兵庫県加古川市にかけて分布する断層で、東北東－西南西方向に延びる右横ずれが卓越する断層である。

なお、山崎断層帯主部は、兵庫県姫路市より北西側と兵庫県神崎（かんざき）郡福崎（ふくさき）町より南東側とではそれぞれ最新活動時期が異なる。このため、ここでは北西部及び南東部に分けて評価を行った。（図 1、2 及び表 1、3、5）。

2. 断層帯の過去の活動

(1) 那岐山断層帯

那岐山断層帯の平均的な上下方向のずれの速度は約 0.06－0.09m/千年であった可能性があるが、最新活動時期の正確な年代は不明である。また、既往の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、平均活動間隔は約 3 万－4 万年であった可能性がある（表 1）。

(2) 山崎断層帯主部

北西部の平均的な左横ずれ速度は、約 1m/千年で、最新の活動時期は 868 年（貞観 10 年）の播磨国地震であったと推定され、1 つ前の活動時期は約 3 千 4 百年前以後、約 2 千 9 百年前以前であった可能性がある。活動時の左横ずれの量は約 2m で、平均活動間隔は約 1 千 8 百－2 千 3 百年であった可能性がある（表 3）。

また、南東部の平均的な左横ずれ速度は、0.8m／千年程度であった可能性がある。最新の活動時期は約3千6百年前以後、6世紀以前で、平均活動間隔は3千年程度であった可能性がある（表3）。

(3) 草谷断層

草谷断層の平均的な右横ずれ速度は、約0.2m／千年であった可能性がある。最新の活動時期は5世紀以後、12世紀以前と推定され、平均活動間隔は5千年程度であった可能性がある（表5）。

3. 断層帯の将来の活動

(1) 那岐山断層帯

那岐山断層帯では、マグニチュード7.3程度の地震が発生する可能性があり、そのとき断層帯の北側が南側に対して2-3m程度高まる段差が生ずる可能性がある（表1）。

本断層帯は、最新活動時期が判明していないので、最新活動後の経過率は不明であり、信頼度は低い。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。

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、那岐山断層帯は今後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になる（注1、2、3）。

(2) 山崎断層帯主部

北西部では、マグニチュード7.7程度の地震が発生する可能性があり、そのときの左横ずれ量は約2mとなる可能性がある（表3）。

また、南東部では、マグニチュード7.3程度の地震が発生する可能性があり、そのときの左横ずれ量は2m程度となる可能性がある（表3）。

なお、山崎断層帯主部全体が連動して活動することも考えられる。その場合、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。

本断層帯の最新活動後の経過時間及び将来このような地震が発生する長期確率は表4に示すとおりである。山崎断層帯主部全体が連動して活動する場合の地震発生確率は、北西部と南東部それぞれの地震発生確率を超えないと考えられる。

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、北西部は今後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し、南東部は今後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高いグループに属することになる（注1、2）。

(3) 草谷断層

草谷断層では、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、そのときの右横ずれの量は1m程度となる可能性がある（表5）。

草谷断層の最新活動後の経過時間及び将来このような地震が発生する長期確率は表6に示すとおりである。

4. 今後に向けて

那岐山断層帯は、過去の活動履歴がほとんど知られていないことから、過去の活動履歴全般について更なる調査が必要である。

山崎断層帯主部では、全体的に平均活動間隔に関する信頼性の高いデータが得られていない。また、本断層帯の南東部は、その形状が明瞭ではなく、北西部と最新活動時期が異なる上に、過去の活動履歴に関する信頼性が低いと考えられるため、両者の位置関係及び連動の有無を明らかにする観点並びに過去の活動履歴の信頼性を向上させる観点から、更なる調査が必要である。

草谷断層では、平均活動間隔の信頼性が低い上に、最新活動時期も十分絞り込まれていないため、これらの信頼性を向上させる観点で更なる調査が必要である。

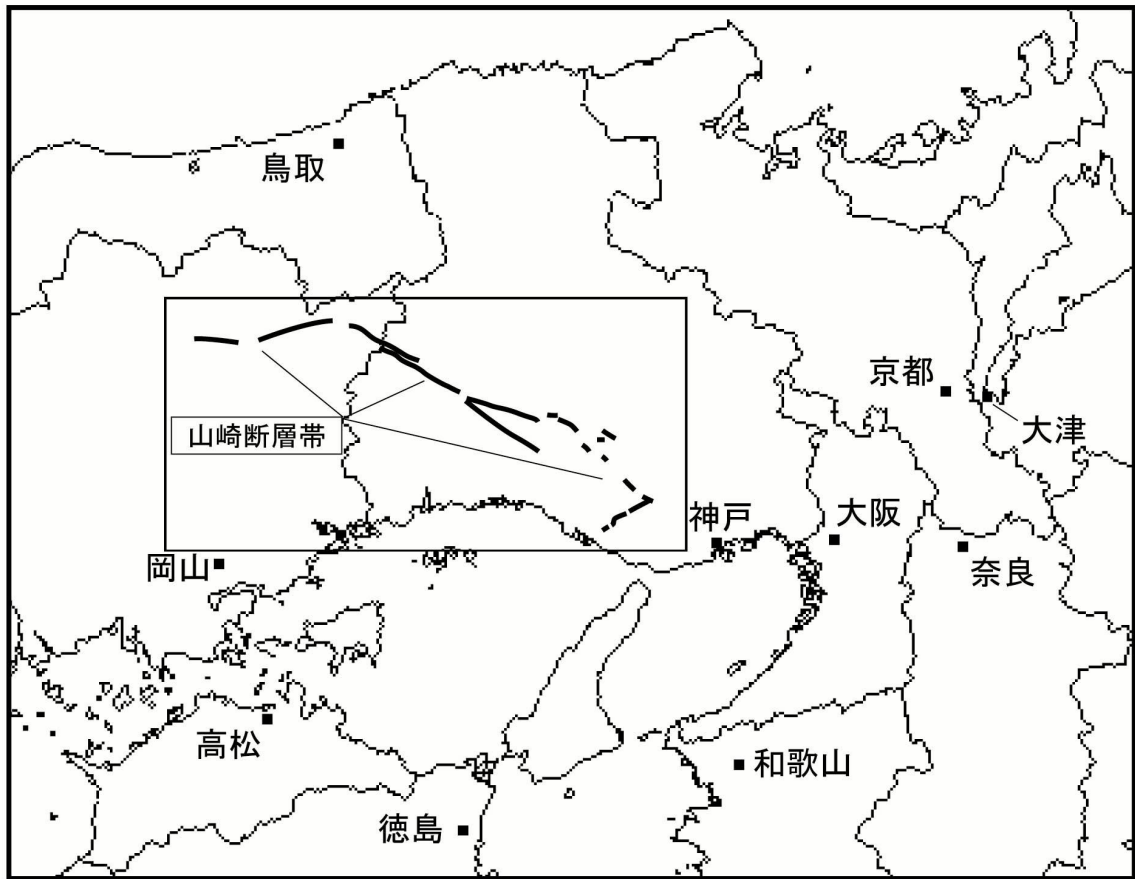


図1 山崎断層帯の概略位置図
(長方形は図2の範囲)

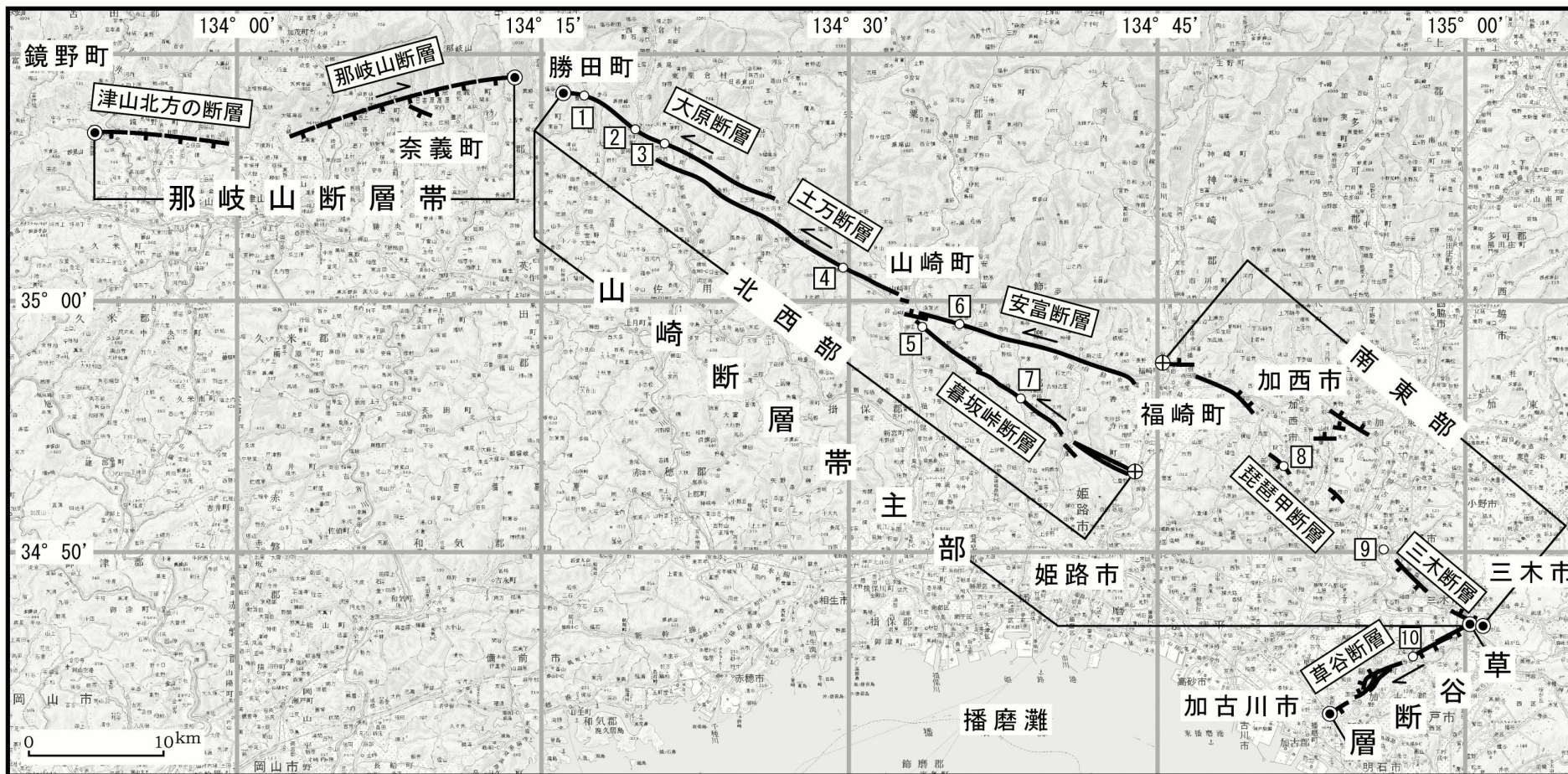


図2 山崎断層帯の活断層位置と主な調査地点

- 1 : 豊成地点 2 : 古町地点 3 : 西町地点 4 : 青木地点 5 : 川戸地点
 6 : 安志地点 7 : 護持地点 8 : 琵琶甲地点 9 : 大島地点 10 : 草谷地点

● : 断層帯の両端 ⊕ : 北西部及び南東部の境界

活断層の位置は文献1, 8, 9及び10に基づく。

基図は国土地理院発行数値地図200000「京都及大阪」「姫路」及び「高梁」を使用。

表 1 那岐山断層帯の特性

項目	特性	信頼度 (注4)	根拠 (注5)
1. 断層帯の位置・形状			
(1) 那岐山断層帯を構成する断層	津山北方の断層(注10)、那岐山(なぎせん)断層		文献2、8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 (西端) 北緯 35° 07' 東経 133° 54' (東端) 北緯 35° 09' 東経 134° 13' 長さ 約 32km 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 N80° E 傾斜 不明 幅 不明	○ ○ ○ ◎ ○	文献8、9による。 位置及び長さは図2から計測。 上端の深さが0kmであることから推定。 断層露頭が各地で見られることから推定。 一般走向は、断層帯の両端を直線で結んだ方向。 地震発生層の下限の深さは15-20km。
(3) 断層のずれの向きと種類	北側隆起の断層 (右横ずれ成分を伴う)	○	文献9、11による。
2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	約 0.06-0.09m/千年 (上下成分)	△	文献11による。
(2) 過去の活動時期	不明		
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量 約 2-3m (上下成分) 平均活動間隔 約 3万-4万年	△ △	断層の長さから推定。 平均的なずれの速度及び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 地震の規模 マグニチュード7.3程度 ずれの量 約 2-3m (上下成分)	△ △ △	断層の長さから推定。 断層の長さから推定。

表 2 那岐山断層帯の将来の地震発生確率等（注 3）

項 目	将来の地震発生確率等 (注 6)	信頼度 (注 7)	備 考
今後 30 年以内の地震発生確率	0.07% - 0.1%	d	最新活動時期が不明のため、平均活動間隔をもとにポアソン過程で推測した。
今後 50 年以内の地震発生確率	0.1% - 0.2%		
今後 100 年以内の地震発生確率	0.2% - 0.3%		
今後 300 年以内の地震発生確率	0.7% - 1%		

表3 山崎断層帯主部の特性

項目	特性	信頼度 (注4)	根拠 (注5)
1. 断層帯の位置・形状			
(1) 山崎断層帯主部を構成する断層	(北西部) 大原断層、土万(ひじま)断層、安富断層、暮坂峠(くれさかとうげ)断層 (南東部) 琵琶甲断層、三木断層		文献2、8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</p> <p>(北西部) (北西端) 北緯 35° 08' 東経 134° 16' (南東端) 北緯 34° 53' 東経 134° 43'</p> <p>(南東部) (北西端) 北緯 34° 58' 東経 134° 45' (南東端) 北緯 34° 47' 東経 135° 00'</p> <p>長さ 約 80km うち北西部 約 51km 南東部 約 30km</p>	<p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p>	<p>文献1、9による。 位置及び長さは図2から計測。</p>
	<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 (両部とも) 地表での長さ・位置と同じ</p> <p>上端の深さ (両部とも) 0km</p> <p>一般走向 (北西部) N60° W (南東部) N50° W</p> <p>傾斜 (両部とも) ほぼ垂直 (地表近傍)</p> <p>幅 (両部とも) 約 20km</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>断層露頭が各地で見られることから推定。</p> <p>断層帯の両端を直線で結んだ方向。</p> <p>変位地形調査、反射法弾性波探査、トレンチ調査等の結果から推定。</p> <p>断層面の傾斜と地震発生層の下限の深さから推定。</p>
(3) 断層のずれの向きと種類	左横ずれ断層 (両部とも) (北東側隆起の上下成分を伴う)	◎	文献2などに示される変位地形調査の結果による。

2. 断層帯の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	(北西部) 約 1m/千年 (左横ずれ成分) 0.1m/千年程度以下 (上下成分) (南東部) 0.8m/千年程度 (左横ずれ成分) 0.03-0.1m/千年程度 (上下成分)	○ △ △ △	文献 11 による。 文献 3 による。 文献 4,8 による。 文献 4,8,10 による。
(2) 過去の活動時期	(北西部) 活動 1 (最新活動) 868 年 (貞観 10 年) 播磨国地震 (トレンチ調査に基づくと 9-13 世紀) 活動 2 (1 つ前の活動) 約 3 千 4 百年前以後、約 2 千 9 百年前以前 (南東部) 活動 1 (最新活動) 約 3 千 6 百年前以後、6 世紀以前	○ △ △	文献 3,13 による。 文献 5,12 による。 文献 5 による。
(3) 1 回のずれの量と平均活動間隔	1 回のずれの量 (北西部) 約 2m (左横ずれ成分) (南東部) 2m 程度 (左横ずれ成分) 平均活動間隔 (北西部) 約 1 千 8 百 - 2 千 3 百年 (南東部) 3 千年程度	△ △ △ △	文献 11 による。 断層の長さから推定。 過去 2 回の活動より推定。 平均的なずれの速度及び 1 回のずれの量から推定。
(4) 過去の活動区間	北西部及び南東部の 2 区間。	○	最新活動時期の違いから推定。
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 2 区間 (北西部) 地震の規模 マグニチュード 7.7 程度 ずれの量 約 2m (左横ずれ成分) (南東部) 地震の規模 マグニチュード 7.3 程度 ずれの量 2m 程度 (左横ずれ成分) (全体) 地震の規模 マグニチュード 8.0 程度	○ △ △ △ △	断層の長さから推定。 文献 11 による。 断層の長さから推定。 断層の長さから推定。 (説明文参照) 断層の長さから推定。

表4 山崎断層帯主部の将来の地震発生確率等

項 目	将来の地震発生確率等 (注6)	信頼度 (注7)	備 考
(北西部) 地震後経過率(注8)	0.5 - 0.6		発生確率及び集積確率は、文献7による。
今後30年以内の地震発生確率	0.06% - 0.8%	b	
今後50年以内の地震発生確率	0.1% - 1%		
今後100年以内の地震発生確率	0.3% - 3%		
今後300年以内の地震発生確率	2% - 20%		
集積確率(注9)	0.1% - 2%		
(南東部) 地震後経過率(注8)	0.5 - 1.2		
今後30年以内の地震発生確率	0.03% - 5%	c	
今後50年以内の地震発生確率	0.06% - 8%		
今後100年以内の地震発生確率	0.1% - 20%		
今後300年以内の地震発生確率	1% - 40%		
集積確率(注9)	0.08% - 80%		

表5 草谷断層の特性

項目	特性	信頼度 (注4)	根拠 (注5)
1. 断層の位置・形状			
(1) 構成する断層	草谷断層		文献4による。
(2) 断層の位置・形状	地表における断層の位置・形状 断層の位置 (北東端) 北緯 34° 47' 東経 135° 00' (南西端) 北緯 34° 44' 東経 134° 53' 長さ 約 13km	◎ ◎	文献10による。 位置及び長さは図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 N60° E 傾斜 ほぼ垂直 (地表近傍) 幅 約 20km	○ ◎ ◎ ○ ○	上端の深さが0kmであることから推定。 一般走向は、断層の両端を直線で結んだ方向。 文献4による。 幅は、断層面の傾斜と地震発生層の下限の深さから推定。
(3) 断層のずれの向きと種類	右横ずれ断層 (北西側隆起の上下成分を伴う)	◎	文献4による。
2. 断層の過去の活動			
(1) 平均的なずれの速度	約 0.2m/千年 (右横ずれ成分)	△	文献1、9、10による。
(2) 過去の活動時期	活動1 (最新活動) 5世紀以後、12世紀以前	○	文献5、6による。
(3) 1回のずれの量と平均活動間隔	1回のずれの量 1m程度 (右横ずれ成分)	△	断層の長さから推定。 平均的なずれの速度と1回のずれの量から推定。
	平均活動間隔 5千年程度	△	
(4) 過去の活動区間	断層全体で1区間	○	
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 断層全体で1区間	△	断層の長さから推定。 断層の長さから推定。
	地震の規模 マグニチュード6.7程度	△	
	ずれの量 1m程度 (右横ずれ成分)	△	

表6 草谷断層の将来の地震発生確率等

項目	将来の地震発生確率等 (注6)	信頼度 (注7)	備考
地震後経過率(注8)	0.2-0.3		
今後30年以内の地震発生確率	ほぼ0%	b	発生確率及び集積確率は、文献7による。
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% - 0.002%		
集積確率(注9)	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	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 (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2千年の場合は30年確率の最大値は12%前後、5千年の場合は5%前後である。

注3：那岐山断層帯では、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那岐山断層帯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、通常的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：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5：文献については、本文末尾に示す以下の文献。

- 文献1：千田ほか（2002）
- 文献2：福井（1981）
- 文献3：兵庫県（1996）
- 文献4：兵庫県（1999）
- 文献5：兵庫県（2000）
- 文献6：兵庫県（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：活断層研究会編（1991）
- 文献9：中田・今泉編（2002）
- 文献10：岡田・東郷編（2000）
- 文献11：岡山県（1996）
- 文献12：遠田ほか（1995）
- 文献13：宇佐美（2003）

注6：評価時点はすべて2003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7：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8：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。今回の評価の数字のうち例えば山崎断層帯主部（北西部）の 0.5 は 1100 年を 2300 年で割った値であり、0.6 は 1100 年を 1800 年で割った値である。

注9：前回の地震発生から評価時点までの間に地震が発生しているはずの確率。

(説明)

1. 山崎断層帯に関するこれまでの主な調査研究

松田・岡田(1968)やHuzita(1969)などは、山崎断層帯主部が左横ずれの活断層であることを指摘した。その後、安藤(1972)や福井(1981)により、河谷の屈曲量の計測など、山崎断層帯主部周辺の変位地形が詳しく調査され、地域別に命名・区分が行われた。

岡田ほか(1987)は安富断層において、遠田ほか(1995)及び岡山県(1996)は大原断層において、兵庫県(1996, 1999, 2000, 2001)は土万(ひじま)断層、安富断層、暮坂峠(くれさかとうげ)断層、琵琶甲断層、三木断層及び草谷断層において、トレンチ調査などの活動履歴に関する調査を行った。

山崎断層帯付近の活断層の位置は、活断層研究会編(1991)、岡田・東郷編(2000)、千田ほか(2002)及び中田・今泉編(2002)などに示されている。

このほか、尾池・岸本(1976)をはじめとして微少地震観測及び地殻変動観測その他の数多くの研究論文が、山崎断層研究グループに属する研究者から発表されている。

2. 山崎断層帯の評価結果

山崎断層帯は、岡山県苫田郡鏡野町から兵庫県三木市に至る断層帯で、那岐山(なぎせん)断層帯、山崎断層帯主部、草谷断層の3つの起震断層で構成される断層帯である(図1、2)。

大原断層から暮坂峠断層までの各断層の位置は、各資料でほぼ一致している。一方、津山北方の断層、那岐山断層、土万断層の一部、琵琶甲断層及び三木断層の位置は、資料によりやや異なる。

また、草谷断層は、山崎断層帯主部の南東端付近において北東-南西方向に延びる断層である。草谷断層は、山崎断層帯主部とは走向及びずれの向き(注11)が異なることから、松田(1990)の定義によれば別の起震断層になる。草谷断層は長さが13kmであり、単独では評価の対象とはならないが、山崎断層帯主部の南東端に位置する三木断層と非常に近接している上に、兵庫県(2000, 2001)により詳細な調査がなされており、また山崎断層帯主部とはずれの向きが共役的であるので評価対象に含めた。

後述するように、山崎断層帯主部を構成する断層のうち、大原断層、土万断層、安富断層及び暮坂峠断層までの北西部と、琵琶甲断層及び三木断層の南東部とは、最新活動時期をはじめとした過去の活動履歴が異なるため、評価区分を分けることとする。

2. 1 那岐山断層帯

2. 1. 1 那岐山断層帯の位置・形状

(1) 那岐山断層帯を構成する断層

那岐山断層帯は、岡山県苫田(とまた)郡鏡野町から岡山県勝田郡奈義(なぎ)町に至る断層帯で、西から津山北方の断層及び那岐山断層で構成される断層帯である。那岐山断層帯及び山崎断層帯主部との距離は5kmを僅かに下回るが、後述するように、断層帯の走向が異なる上に、大原断層以東は左横ずれが主体であるのに対し、那岐山断層以西は北側隆起が主体で右横ずれ成分を伴うなど、ずれの向きも異なるため、両者は別の起震断層として区別する。

(2) 断層面の位置・形状

那岐山断層帯の長さは約 32km で、走向は N80° E である。

断層面上端の深さは、断層面が地表に現れている部分が各所にあることから 0km となる。

那岐山断層帯付近の地震発生層の深さの下限は約 15–20km であるが、断層面の傾斜が不明であるため、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）

那岐山断層帯は、断層変位地形から判断すると、北側が南側に対して相対的に隆起する断層であると推定される。活断層研究会編（1991）では、津山北方の断層、那岐山断層ともに、北側隆起の断層として記載している。また、岡山県（1996）及び中田・今泉編（2002）では、那岐山断層について、右横ずれ成分の存在を指摘している。

2. 1. 2 那岐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）

岡山県（1996）は、奈義町日本原地点において N2 リニアメントに沿って HII 段丘面に 20–30m、HIII 段丘面に 20m の低断層崖が認められることを指摘している。岡山県（1996）は HII 段丘面の形成時期を 35 万年前、HIII 段丘面の形成時期を 25 万年前と推定していることから、信頼度は余り高くないものの、この地点における平均変位速度（上下成分）は約 0.06–0.09m/千年であった可能性がある。

(2) 活動時期

a) 地形・地質的に認められた過去の活動

岡山県（1996）は、那岐山断層について、陸上自衛隊日本原演習地内の HIII 段丘面上を N2 リニアメントが通過する地点に断層崖が認められ、崖の末端付近においてローム層の直上に分布する黒ボク土が、断層を挟んで北側が約 60cm 隆起するような変位を示していること、及び、南側の黒ボク土はロームの破片が含まれていることから、この露頭は断層活動後に直下のローム層ともども崩壊して形成されたものと指摘した。しかし、露頭では黒ボク土と断層との関係は確認されておらず、この崩壊が断層活動に起因するかどうか判断できないことから、この露頭から断層の活動時期を議論することはできない。

なお、活断層研究会編（1991）では、津山北方の断層について、更新世中期以降活動の形跡なしとしているが、その具体的な根拠は示されておらず、また、これ以外に津山北方の断層の活動時期に関する資料は得られていないため、那岐山断層の活動履歴を本断層帯の活動履歴と見なすこととする。

これ以外に、那岐山断層帯の活動時期に関する資料は得られていない。

b) 先史時代・歴史時代の活動

那岐山断層帯付近では、断層帯の活動と関係するような歴史時代の被害地震は知られていない。

以上のことから、那岐山断層帯の最新活動時期は不明である。

(3) 1回の変位量(ずれの量)(注11)

那岐山断層帯では、1回の活動に伴う変位量に関する直接的な資料は得られていないが、断層帯の長さである約32km並びに経験式(1)及び(2)からは、1回の活動に伴う変位量は約2.5mと計算されることから、1回の活動に伴う変位量としては、約2-3mであった可能性がある。

用いた経験式は、松田(1975)による次の式である。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、Dは1回の活動に伴う変位量(m)である。

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

$$\log D = 0.6M - 4.0 \quad (2)$$

(4) 活動間隔

那岐山断層帯では、平均活動間隔に関する信頼性の高いデータは得られていないが、平均変位速度である約0.06-0.09m/千年及び断層帯の長さ(約32km)から経験式を用いて求めた1回の活動に伴う変位量(2.5m)から計算すれば、平均活動間隔は約3万-4万年であった可能性がある。

(5) 活動区間

那岐山断層帯の過去の活動区間については、精度の良い資料が得られていないが、松田(1990)の基準から、断層帯全体で1区間をなした可能性がある。

(6) 測地観測結果

那岐山断層帯周辺の1994年までの約100年間の測地観測結果では、東西方向の縮みが見られる。一方、1985年からの約10年間の測地観測結果では、顕著な歪みは見られない。最近5年間のGPS観測結果でも顕著な歪みは見られない。

(7) 地震観測結果

那岐山断層帯周辺の最近約6年間の地震観測結果によれば、断層帯付近の地震活動は比較的低調である。断層帯付近における地震発生層の下限の深さは約15-20kmである。

2. 1. 3 那岐山断層帯の将来の活動

(1) 活動区間と活動時の地震の規模

那岐山断層帯が活動した場合、経験式(1)、(2)からマグニチュード7.3程度の地震が発生し、その際には断層帯の北側が南側に対して約2-3m高まる段差が生ずる可能性がある。

(2) 地震発生の可能性

那岐山断層帯の平均活動間隔は、直接的なデータではないが、3-4万年程度の可能性がある。しかし、最新活動時期が特定できていないために、上記のようなマグニチュード7.3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ができない。

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）を適応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、ポアソン過程を適用して地震発生確率を求めると表2のとおりとなる。

平均活動間隔の信頼度が低く、また値が十分絞られていないため、地震発生確率にも幅があるが、もっとも高い値に着目すると、那岐山断層帯は今後 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。

2. 2 山崎断層帯主部

2. 2. 1 山崎断層帯主部の位置・形状

(1) 山崎断層帯主部を構成する断層

山崎断層帯主部は、岡山県勝田郡勝田町から兵庫県三木市に至る断層帯で、全体として西北西―東南東方向に延びている。山崎断層帯主部は、後述するように、最新活動時期の違いから大原断層、土万断層、安富断層及び暮坂峠断層までの北西部と、琵琶甲断層及び三木断層の南東部に区分される。

大原断層とその南東側の土万断層は 1―2km 程度の間隔で雁行・並走する。土万断層よりも南東側では、断層帯は安富断層、暮坂峠断層の二つに分岐する。安富断層は、土万断層の延長方向から走向をわずかに東向きに変えて東南東に延び、また、暮坂峠断層は土万断層のほぼ延長方向に延びている。琵琶甲断層は、安富断層の延長上に位置するが、地表のトレースは断片的である。三木断層は、更にその延長上に位置し、走向方向はおおむね調和的である。

本断層帯は、活断層研究会編（1991）及び岡田・東郷編（2000）からは、断層の分布位置や長さなどから安富断層と琵琶甲断層を境に起震断層が区分されると考えられていたが、その後、中田・今泉編（2002）により、両者の間隔が 5km を大きく下回ることが示されたため、起震断層をこの位置では区分しないこととした。ただし、後述するように、この位置を境として最新活動時期をはじめとした過去の活動履歴が異なるため、評価区分を分けている。

また、後述するように、北西部を構成する断層のうち、暮坂峠断層については、最新活動時期における変位量が小さいことから、トレンチ調査で認められた過去の活動は最大規模の活動ではなかった可能性もある。

(2) 断層面の位置・形状

山崎断層帯主部の一般走向は、断層帯の両端を端点に持つ線分と考えると、北西部がおおむね N60° W、南東部は N50° W となる。断層帯の長さは、北西部が約 51km、南東部が約 30km で、断層帯全体の長さは約 80km である。

断層面上端の深さは、断層面が地表に現れている部分が各所にあることから 0km となる。

断層面の傾斜は、反射法探査、ボーリング等の調査結果や、断層露頭における観察結果等から、北西部・南東部ともほぼ垂直と推定される。

断層面の幅は、後述するように、地震発生層の下限の深さが約 20km であること及び地下深部における断層面の傾斜が地表付近と同様であるとすれば断層面が高角あるいはほぼ垂直と推定されることから、各部とも約 20km と推定される。

(3) 断層の変位の向き（ずれの向き）（注 11）

山崎断層帯主部は、断層変位地形から判断すると、北東側に隆起成分を持つような左横ずれ断層であると考えられる。

2. 2. 2 山崎断層帯主部の過去の活動

(1) 平均変位速度（平均的なずれの速度）（注 11）

（北西部）

大原断層西町地点（横ずれ成分）

岡山県（1996）は、大原断層西町地点におけるトレンチ調査で砂礫層の基底面に左横ずれ変位が認められることに着目し、砂礫層の基底面の見かけの上下変位（約 3.9m）と傾斜角（約 7.5°）とから、横ずれ変位量を約 30m と算出した。この砂礫層は、約 3 万年前（注 12）と推定されることから、この地点における平均変位速度（横ずれ成分）は約 1m/千年であった可能性がある。

大原断層中町地点（横ずれ成分）

岡山県（1996）は、大原断層中町地点において、LII 面が削った段丘崖に 30m の左横ずれ変位が見られるとしている。この近傍において LII 面構成層に始良 Tn 火山灰（約 2 万 8 千年前、注 13）が挟まれることから、LII 面の形成時期を約 2 万 8 千年前と考えると、この地点における平均変位速度（横ずれ成分）は、約 1.1m/千年であった可能性がある。

安富断層安志地点（上下成分）

兵庫県（1996）は、安富断層安志地点におけるトレンチ調査及び近傍で行ったボーリング調査の結果から、D2 層（礫混じり腐植質シルト、¹⁴C 年代値から約 1 万 3 千年前）の上下変位量を 1.2–1.5m、また、始良 Tn 火山灰層（約 2 万 8 千年前）の上下変位量を 2.0–2.2m としている。これから、この地点の平均変位速度（上下成分）は、最大 0.1m/千年程度であった可能性がある。

（南東部）

琵琶甲断層青野ヶ原地点（横ずれ成分、上下成分）

活断層研究会編（1991）及び兵庫県（1999）は、琵琶甲断層青野ヶ原地点において、高位段丘面を刻む谷に屈曲があることに着目した。活断層研究会編（1991）は谷の屈曲量を 80–120m、段丘面の年代を約 15 万年前としている。また、兵庫県（1999）は谷の屈曲量を 50–150m、段丘面の年代を約 20 万年前としている。屈曲量には幅があるが、谷の形成は段丘面の形成より後であることを考慮すると、平均変位速度（横ずれ成分）は 0.8m/千年程度であった可能性がある。

また、活断層研究会編（1991）、兵庫県（1999）及び岡田・東郷編（2000）は、同地点付近において高位段丘面に 5–15m の上下変位を認めている。これから、この地点における平均変位速度（上下成分）は、0.03–0.1m/千年であった可能性がある。

これらの評価を総合すると、山崎断層帯主部の平均変位速度は、北西部においては、左横ずれ成分が約 1m/千年と推定され、上下成分が最大 0.1m/千年であった可能性がある。また、南東部においては左横ずれ成分が約 0.8m/千年、上下成分が 0.03–0.1m/千年であった可能性がある。

(2) 活動時期

a) 地形・地質的に認められた過去の活動

(北西部)

大原断層豊成地点

岡山県 (1996) は、豊成地点においてトレンチ調査を行ったが、壁面には断層は露出しなかった。

大原断層古町地点

遠田ほか (1995) は、古町地点におけるトレンチ調査において、北側壁面のスケッチから MS2 層 (^{14}C 年代値から 7 世紀) を切る断層 (F3) の存在と、南側壁面のスケッチからこの断層が MS1 層 (^{14}C 年代値から現世) に覆われていることを指摘した。これから、最新活動は 7 世紀以後にあったと推定される。

また、遠田ほか (1995) は、この F3 断層付近で S2 層 (^{14}C 年代値から約 3 千 4 百 - 3 千 1 百年前) が撓曲していること及びその上位の G2 層は変形していないことを指摘した。G2 層の年代は明らかではないが、その上位の S1 層からは ^{14}C 年代値から 6 - 7 世紀という年代が得られていることから、1 つ前の活動は約 3 千 4 百年前以後、7 世紀以前にあった可能性がある (図 3)。

このほか、同トレンチでは G3 層堆積以後 S2 層堆積以前、G4 層堆積以後 G3 層堆積以前にも活動があった可能性があるが、これらの地層の年代は明らかにされていない。

大原断層西町地点

岡山県 (1996) は、西町地点におけるトレンチ調査において、北西壁面のスケッチより、断層面が G3 層 (^{14}C 年代値から 9 世紀 - 13 世紀) の下部までを変位させている可能性があるとして指摘した (図 4)。また、それより下位の約 3 万年前の地層が複雑に変形しており、礫の再配列も見られることから、約 3 万年前の地層の直上の G2 層 (^{14}C 年代値から約 5 千 5 百年前 - 5 世紀) の堆積中にも活動があった可能性を指摘した。しかし、このトレンチから採取された試料は、その年代値にばらつきがあるため、1 回前の活動については信頼性は低い。

これから、最新活動は 9 世紀以後、13 世紀以前にあったと推定される。

土万断層青木地点

兵庫県 (1996) は、青木地点においてトレンチ調査を行ったが、壁面からは明瞭な断層面は検出されなかった。その後、兵庫県 (2001) は、兵庫県 (1996) の調査結果について再検討を行い、南東側壁面の B 層 (^{14}C 年代値から約 3 千 2 百 - 5 千 5 百年前) に含まれる材 (^{14}C 年代値から約 3 千 8 百年前) が周辺の腐植土とともに流動したような変形構造が認められるとして、この時期以後に土万断層が活動した可能性を指摘したが、これが最新活動に該当するかどうかは不明である。

安富断層安志地点

岡田ほか (1987) は、安志 A 地点におけるトレンチ調査において、A6 層 (^{14}C 年代値から 1 - 4 世紀) 以下の地層が撓み、A4 層 (^{14}C 年代値から 14 - 17 世紀) に覆われていることから、1 世紀以後、17 世紀以前に最新活動があったと指摘した。また、約 6 千 4 百年前の地層が断層により引きずりあげられているのに対して A6 層はほぼ水平であることから、これが別の活動であった可能性を指摘した。しかし、この活動については直接的な証拠ではない。

また、岡田ほか (1987) は、安志 C 地点におけるトレンチ調査において、CF1 断層が C4 層を

変位させ、C2層に覆われていることから、C4層堆積以後 C2層堆積以前に最新活動があったものと推定した。このC4層からは、 ^{14}C 年代値から8–10世紀の年代と7世紀末から8世紀にかけて使用された土器片が、また、C2層からは ^{14}C 年代値から13–14世紀の年代と12世紀の須恵器片が、それぞれ得られている。

さらに、兵庫県(2001)は、兵庫県(1996)が上記地点のすぐ東側で行ったトレンチ調査の結果を再解釈し、F-1断層が ^{14}C 年代値が約2千4百年前–5世紀の地層を切断して ^{14}C 年代値が13–14世紀の地層に覆われること、F-2断層が ^{14}C 年代値が約3千3百–2千9百年前の地層を切断して ^{14}C 年代値が約2千8百–2千5百年前の地層に覆われること、さらに、 ^{14}C 年代値が約1万–8千2百年前の地層の変形を ^{14}C 年代値が約3千3百–2千9百年前の地層が水平に覆っていることなどから、これらがそれぞれ最新、1回前、2回前の活動であるとした。しかし、兵庫県(1996)のスケッチ(図5)によれば、最新活動については、断層で切られていると確認できるのは ^{14}C 年代値で約2–4世紀を示す地層である。また、1回前とされる活動については、F-2断層が上方でせん滅するように示され、必ずしも上位の地層に覆われるとは言えないことから、この活動を最新活動と区別することはできない。さらに、2回前とされる活動については、変形した地層から約9千–8千8百年前の ^{14}C 年代が得られていることから、この地点での最新活動は2世紀以後、14世紀以前、1回前活動は約9千年前以後、約2千9百年前以前にあったと推定される。

このほか、兵庫県(1996, 2001)は、この地点のトレンチ調査から、更に古い時期の活動についても言及しているが、これらについては年代を特定することが困難である。

これらの結果を総合して、この地点においては8世紀以後、14世紀以前に最新活動があったと推定され、約9千年前以後、約2千9百年前以前に1つ前の活動があったと推定される。

暮坂峠断層川戸地点

兵庫県(2001)は、川戸地点でトレンチ調査を行った。この地点では幾つかの小断層が見られる。その1つが、B2層(^{14}C 年代値から7世紀)の基底を変位させ、A層(^{14}C 年代値から11–13世紀)に覆われているとしている。これらの小断層については、変位量が小さいことから、最大規模の活動ではなく安富断層の活動に伴う副次的な活動であった疑いがあるが、ここでは、この地点では7世紀以後、13世紀以前に最新活動があった可能性があるものとする。

暮坂峠断層護持地点

兵庫県(2000)は、護持地点におけるトレンチ調査において、何本も存在する小断層の1つがB2層(^{14}C 年代値から9世紀以後)を切断していると指摘した。

この小断層においても川戸地点と同様に最大規模の活動ではなかった疑いがあるが、9世紀以後に最新活動があった可能性があるものとする。

(南東部)

琵琶甲断層琵琶甲地点

兵庫県(2001)は、琵琶甲地点において兵庫県(2000)が行ったトレンチ調査(図6)及びボーリング調査等の結果を再解釈し、断層IIがG層(^{14}C 年代値から約4千2百–3千6百年前)を切断してF層(^{14}C 年代値から5–6世紀)に覆われていると指摘した。また、断層IがH層を切断してG層に覆われていると指摘している。しかし、H層は約1万年前以後の沖積層であるとしか判っていないため、これが1回前の活動を指すかどうかは確実ではない。

これより、この地点では、約3千6百年前以後、6世紀以前に最新活動があったと推定される。

三木断層大島地点

兵庫県（2000, 2001）は、大島地点においてトレンチ調査及びボーリング調査等を行い、断層位置の推定と活動時期の特定を試みた。このうちトレンチ調査の結果より、C層以後の地層（¹⁴C年代値から3世紀以後）が水平に堆積しているのに対し、D層以前の地層（¹⁴C年代値から約2千7百—2千4百年前以前）に擾乱が見られることから、約2千4百年前に最新活動があったと指摘している。但し、このトレンチ調査からは明瞭な断層が見つかっておらず、断層の可能性のある地層の擾乱が見られるだけである。

これより、この地点では、最新活動時期に関する評価は行わないこととする。

以上の各地点における過去の活動時期を総合すると、断層帯北西部では、9世紀以後、13世紀以前に最新活動があったと推定され、約3千4百年前以後、約2千9百年前以前に1回前の活動があった可能性がある。また、断層帯南東部については、琵琶甲断層の活動履歴から、約3千6百年前以後、6世紀以前に最新活動があった可能性がある（図8）。

b) 先史時代・歴史時代の活動

岡田・安藤（1979）、遠田ほか（1995）は、大原断層から安富断層にかけての断層帯が868年（貞観10年）の播磨国地震（M7.1）を発生させた可能性を指摘している。

また、宇佐美（2003）では播磨国地震の震央は姫路としており、山崎断層の活動によるとも指摘している。

これらは地形・地質的に認められた過去の活動履歴とは概ね調和する。

これらを総合して、大原断層から安富断層、暮坂峠断層にかけての断層帯北西部は、868年（貞観10年）の播磨国地震（M7.1）を発生させたと推定される。

(3) 1回の変位量（ずれの量）（注11）

（北西部）

岡山県（1996）は、大原断層西町地点でトレンチ調査を実施した際に、底面に現れた砂層と礫層の食い違い量から、1.6mの左横ずれ量を検出した。ひきずりを考慮すれば、この地点における1回の変位量は約2mであった可能性がある。

また、兵庫県（2001）は、安富断層安志地点でトレンチ調査を実施した際に、B層基底面が断層活動を受けて上下変位を起こしていることに着目し、これを1回の活動によるものと見て、上下方向の変位量を0.2mとした。

これらのことから、北西部の1回の活動に伴う左横ずれ変位量は約2mであった可能性があり、上下変位量は約0.2mであった可能性がある。

なお、北西部における1回の変位量（約2m）は、北西部の長さを経験式(1)に当てはめて得られる値である約4.2mよりは小さいが、平均変位速度（約1m/千年）及び平均活動間隔（約1千8百—2千3百年）から得られる値（約1.8—2.3m）とは調和的である。

（南東部）

南東部においては、1回の活動に伴う変位量に関する直接的な資料は得られていないが、南東部の長さである約30km並びに経験式(1)及び(2)から1回の活動に伴う変位量は約2.4mと計算さ

れることから、1回の活動に伴う変位量は2m程度であった可能性がある。

(4) 活動間隔

(北西部)

大原断層から安富断層及び暮坂峠断層までの断層帯北西部については、各断層の過去の活動履歴を考慮すると、最新活動時期が868年(貞観10年)の播磨国地震、1つ前の活動が約3千4百年前以後、約2千9百年前以前であるから、平均活動間隔は約1千8百-2千3百年であった可能性がある。

(南東部)

琵琶甲断層及び三木断層については、平均活動間隔に関する信頼性の高いデータは得られていないが、平均変位速度(横ずれ成分)0.8m/千年及び断層帯の長さ(約30km)から経験式を用いて求めた1回の変位量約2.4mより、平均活動間隔は3千年程度であった可能性がある。

(5) 活動区間

大原断層から安富断層、暮坂峠断層までの北西部の最新活動時期が少なくとも9世紀以後で、具体的には868年の播磨国地震であったと推定されること、また、琵琶甲断層に代表されるように南東部の最新活動時期が6世紀以前であった可能性があることから、少なくとも最新活動時期は、北西部及び南東部に活動区間が分けられる。

(6) 測地観測結果

山崎断層帯主部周辺の1994年までの約100年間の測地観測結果では、東西方向の縮みが見られる。一方、1985年からの約10年間の測地観測結果では、顕著な歪みは見られない。最近5年間のGPS観測結果でも顕著な歪みは見られない。

(7) 地震観測結果

山崎断層帯主部周辺の最近約6年間の地震観測結果によれば、断層帯に沿って、小規模な地震が多数観測されている。本断層帯付近における地震発生層の下限の深さは20km程度である。

2. 2. 3 山崎断層帯主部の将来の活動

(1) 活動区間と活動時の地震の規模

大原断層から安富断層・暮坂峠断層までの北西部のみが活動した場合、経験式(1)からマグニチュード7.7程度の地震が発生し、その際に断層近傍では過去の活動履歴から約2mの左横ずれが生じる可能性がある。

琵琶甲断層及び三木断層の南東部のみが活動した場合、経験式(1), (2)からマグニチュード7.2程度の地震が発生し、その際に断層近傍では2m程度の左横ずれが生じる可能性がある。

断層帯全体が同時に活動する可能性もあり、その場合、全長が約80kmとなることから、経験式(1)に基づきマグニチュード8.0程度の地震が発生する可能性がある。

(2) 地震発生の可能性

山崎断層帯主部における将来の地震発生確率は、表4のとおりである。

平均活動間隔が十分絞り込まれていないため、地震発生確率にも幅があるが、もっとも高い値に着目すると、本断層帯北西部は今後 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やや高いグループに属し、南東部は今後 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。

断層帯全体が同時に活動する場合の地震発生確率は、北西部及び南東部で個々に地震が発生する場合の確率を超えないと考えられる。

2. 3 草谷断層

2. 3. 1 草谷断層の位置・形態

(1) 草谷断層を構成する断層

草谷断層は、兵庫県三木市から兵庫県加古川市に至る断層で、兵庫県(1999)により新たに確認された断層である(図1、2)。

草谷断層は、全体として東北東-西南西方向に延びており、全長は13kmである。既に述べたように、草谷断層は長さが20km未満であることから単独では評価の対象とはならないが、山崎断層帯主部の南東端に位置する三木断層と非常に近接している上に、兵庫県(2000, 2001)により詳細な調査がなされており、さらに後述するようにずれの向きが山崎断層帯主部と共役であることから、評価対象に含めることとした。

(2) 断層面の位置・形状

草谷断層の一般走向は、断層の両端を端点に持つ線分と考えて、N60°Eとなる。

断層面上端の深さは、断層面が地表に現れている部分があることから、0kmとなる。

断層面の傾斜は、地表のトレースがほぼ直線状であること等の断層変位地形から、ほぼ垂直である可能性がある。

断層面の幅は、後述するように、地震発生層の下限の深さが約20kmであること及び地下深部における断層面の傾斜が地表付近と同様であるとすれば断層面がほぼ垂直であると推定されることから、約20kmである可能性がある。

(3) 断層の変位の向き(ずれの向き)(注11)

草谷断層は、断層変位地形から判断すると、北西側に隆起成分を持つような右横ずれ断層であると考えられる。なお、局所的に地溝状の変形を与えている。

2. 3. 2 草谷断層の過去の活動

(1) 平均変位速度(平均的なずれの速度)(注11)

兵庫県(1999)は、稲美町草谷付近の高位段丘Ⅱ面に5mの上下変位を検出し、条線の方から約40mの横ずれ変位があるものと推定した。また、兵庫県(2001)は、三木市福井付近の高位段丘面を刻む谷に約30mの屈曲を認めている。

高位段丘面の形成時期を約20万年前と考えると、この地点における平均変位速度(横ずれ成分)は、約0.2m/千年であった可能性がある。

(2) 活動時期

a) 地形・地質的に認められた過去の活動

兵庫県(2000, 2001)は、草谷地点でトレンチ調査を行い、南西側壁面で、断層が¹⁴C年代値が5-6世紀である地層を切り、¹⁴C年代値が11-12世紀である地層に覆われていると指摘した(図7)。

また、兵庫県(2000, 2001)は、同地点の北東側壁面で、別の断層が固結度から沖積層であると推定される地層の下部を切り、この地層の上部に覆われていると指摘しているが、この地層の年代は不明である。

これより、この地点では5世紀以後、12世紀以前に最新活動があったと推定される。

b) 先史時代・歴史時代の活動

この地域における5世紀以後12世紀以前の著名な歴史地震は、山崎断層帯主部北西部の最新活動である868年(貞観10年)の播磨国地震(マグニチュード7.1)が代表的であるが、それよりも古い時期に記録に残らない地震が発生していた可能性も考えられるため、播磨国地震が草谷断層の活動に対応しているかどうかは不明である。

(3) 1回の変位量(ずれの量)(注11)

草谷断層では、1回の活動に伴う変位量に関する直接的な資料は得られていないが、断層の長さである約13km並びに経験式(1), (2)から1回の活動に伴う変位量は約1.0mと計算されることから、1回の活動に伴う右横ずれ変位量としては1m程度であった可能性がある。

(4) 活動間隔

兵庫県(2000, 2001)が草谷地点で行ったトレンチ調査において、北東側壁面の断層を1回前の活動だと考えると、この断層が下部を切っている地層が沖積層であると推定されることから、平均活動間隔は数千年程度であった可能性がある。

なお、平均変位速度(約0.2m/千年)と1回の変位量(1m程度、松田(1975)の経験式(1), (2)を使用)からは、平均活動間隔として5千年程度という値が得られる。ここでは、平均活動間隔として5千年程度を採用する。

(5) 活動区間

断層全体で1区間をなして活動したと推定される。

なお、兵庫県(2001)は、琵琶甲断層、三木断層と同時に活動した可能性を指摘している。

(6) 測地観測結果

草谷断層周辺の1883年からの100年間の測地観測結果では、東西方向の縮み、南北方向の伸びが見られる。1994年までの10年間では、北西-南東方向の縮みが見られる。最近5年間のGPS観測結果では、東西方向の縮み、南北方向の伸びが見られる。

(7) 地震観測結果

山崎断層帯周辺の最近6年間の地震観測結果によれば、草谷断層周辺では、山崎断層帯主部よ

りも地震発生数は少ないものの、小規模な地震が観測されている。本断層付近における地震発生層の下限の深さは 20km 程度である。

2. 3. 3 草谷断層の将来の活動

(1) 活動区間と活動時の地震の規模

断層全体が同時に活動するとして、断層の全長が約 13km であることから、松田 (1975) の経験式(1), (2)からマグニチュード 6.7 程度の地震が発生する可能性がある。また、その際に断層近傍では 1m 程度の右横ずれが生じる可能性がある。

(2) 地震発生の可能性

草谷断層の将来の地震発生確率は、表 6 に示すとおりである。

3. 今後に向けて

那岐山断層帯は、過去の活動履歴がほとんど知られていないことから、過去の活動履歴全般について更なる調査が必要である。

山崎断層帯主部では、全体的に平均活動間隔に関する信頼性の高いデータが得られていない。また、本断層帯の南東部は、その形状が明瞭ではなく、北西部と最新活動時期が異なる上に、過去の活動履歴に関する信頼性が低いと考えられるため、両者の位置関係及び連動の有無を明らかにする観点並びに過去の活動履歴の信頼性を向上させる観点から、更なる調査が必要である。

草谷断層では、平均活動間隔の信頼性が低い上に、最新活動時期も十分絞り込まれていないため、これらの信頼性を向上させる観点で更なる調査が必要である。

注 10 : 「津山北方の断層」については、活断層研究会編 (1991) では単に「津山北方」としか記載がないことから、本評価に際しては便宜上この断層を「津山北方の断層」と、名称の後ろに「の断層」を付加して表記した。

注 11 : 「変位」を、1 頁の本文及び 6-11 頁の表 1、3、5 では、一般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 12 : 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 よりも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た値を用いた。

注 13 : 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。

文 献

- 安藤喜美子 (1972) : 三浦半島・伊豆半島および兵庫県山崎付近における断層の横ずれによる谷の変位量について. 地理学評論, **45**, 716-725.
- 安藤雅孝・佃 為成・岡田篤正 (1986) : 1979 年山崎断層系安富断層 (安志地区) トレンチ調査. 活断層研究, **3**, 13-18.
- 千田 昇・岡田篤正・中田 高・金田平太郎 (2002) : 1:25,000 都市圏活断層図「山崎」. 国土地理院技術資料, D.1-No.396.
- 平野昌繁 (1973) : 加古川中流部の明美面を切る山崎断層の延長部における水平変位速度の推定. 人文研究 (大阪市大, 文学部紀要), **25**, 1099-1108.
- 福井謙三 (1981) : 山崎断層系の変位地形. 地理学評論, **54**, 196-213.
- 藤森邦夫・田中 豊 (1985) : 基線網測量. 月刊地球, **7**, 20-26.
- Huzita K. (1969) : Tectonic Development of Southwest Japan in the Quaternary Period. Journal of Geosciences, Osaka City University, **12**, 53-70.
- 藤田和夫 (1976) : 近畿の第四紀地殻変動と地震活動. 地質ニュース, **267**, 10-20.
- 藤田和夫 (1980) : 山崎断層系. 地震予知研究シンポジウム, 143-147.
- 兵庫県 (1996) : 『平成 7 年度地震調査研究交付金 山崎断層に関する調査成果報告書』. 兵庫県, 114p.
- 兵庫県 (1999) : 『平成 10 年度地震関係基礎調査交付金 山崎断層帯に関する調査成果報告書』. 兵庫県, 99p.
- 兵庫県 (2000) : 『平成 11 年度地震関係基礎調査交付金 山崎断層帯に関する調査成果報告書』. 兵庫県, 91p.
- 兵庫県 (2001) : 『平成 12 年度地震関係基礎調査交付金 山崎断層帯に関する調査成果報告書』. 兵庫県, 103p.
- 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.
- 神戸信和・広川 治 (1963) : 5 万分の 1 地質図幅「佐用」及び同説明書. 地質調査所, 29p.
- 活断層研究会編 (1980) : 『日本の活断層一分布図と資料』. 東京大学出版会, 363p.
- 活断層研究会編 (1991) : 『新編日本の活断層一分布図と資料』. 東京大学出版会, 437p.
- 桂 郁雄・山田悦久・西村 進・茂木 透・西田潤一・中尾節郎 (1989) : 山崎断層西端部地域の活構造. 地震第 2 輯, **42**, 341-348.
- 岸本兆方 (1987) : 1984 年 5 月 30 日山崎断層の地震 (M5.6). 地震予知研究シンポジウム, 101-107.
- 岸本兆方・尾池和夫 (1985) : 概論 : 山崎断層. 月刊地球, **7**, 3-8.
- 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-ROM 3 枚・付図 2 葉・122p.
- 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 (1968) : 活断層. 第四紀研究, **7**, 188-199.
- 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.
- 見野和夫 (1985) : 活断層の破砕帯一山崎断層一. 自然災害科学, **4** (1), 1-7.
- 茂木 透・西村 進・見野和夫・貞広太郎 (1985) : 近畿北西部地域の活構造 (1) 一山崎断層東方延長地域一. 地震第2輯, **38**, 57-66.
- 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.
- Nishida R. (1973) : Earthquake generating stress in Eastern Chugoku and Northern Kinki Districts, Southwest Japan. Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., **22**, 197-233.
- 西田良平 (1983) : 山崎断層周辺の微小地震の発震機構について. 鳥取大学教養部紀要, **17**, 209-234.
- 西村 進・茂木 透・見野和夫・貞広太郎 (1985a) : 断層の診断 (1) 一山崎断層系一. 京都大学防災研究所年報, **28** (B-1), 91-97.
- 西村 進・茂木 透・見野和夫・山田 治 (1985b) : 近畿地方北西部地域の活構造 (2) 一三田市西部での最終活動一. 地震第2輯, **38**, 243-249.
- 尾池和夫・岸本兆方 (1976) : 地震予知テストフィールドとしての山崎断層. 地震予知研究シンポジウム, 83-90.
- 岡田篤正・安藤雅孝 (1979) : 日本の活断層と地震. 科学, **49**, 158-169.
- 岡田篤正・千田 昇・中田 高・石山達也 (2002) : 1:25,000 都市圏活断層図「佐用」. 国土地理院技術資料, D.1-No.396.
- 岡田篤正・東郷正美編 (2000) : 『近畿の活断層』. 東京大学出版会, 395p.
- 岡田篤正・安藤雅孝・佃 為成 (1987) : 山崎断層系安富断層のトレンチ調査. 地学雑誌, **96**, 81-97.
- 岡山県 (1996) : 『平成7年度地震調査研究交付金 大原断層に関する調査成果報告書』. 岡山県, 232p.
- 尾崎正紀・栗本史雄・原山 智 (1995) : 北条地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 101p.
- 田中 豊・斎藤敏明 (1980) : 応力解放法による地殻応力の測定. 月刊地球, **2**, 630-647.
- 遠田晋次・宮腰勝義・井上大栄・楠建一郎・鈴木浩一 (1995) : 山崎断層系大原断層のトレンチ調査. 地震第2輯, **48**, 57-70.
- 佃 為成 (1985) : 山崎断層の地震活動. 月刊地球, **7**, 9-15.
- 佃 為成・中村佳重郎・岸本兆方 (1977) : 山崎断層付近の地震 (1973年9月21日) とその余震活動. 地震第2輯, **30**, 151-162.
- 佃 為成・安藤雅孝・岡田篤正 (1979) : 大昔の大地震の痕跡をさぐる一鹿野断層および山崎断

- 層におけるトレンチ発掘調査一. 地理, **24** (9), 64-71.
- 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.
- 渡辺邦彦・尾池和夫 (1985) : 安富観測坑で記録された山崎断層の地震 (1984年5月30日, M5.6) にかかわる地殻変動. 京都大学防災研究所年報, **28** (B-1), 99-109.
- 渡辺邦彦・西上欽也・中尾節郎・松村一男 (1996) : 兵庫県南部地震前後の山崎断層域の地殻活動. 京都大学防災研究所年報, **39** (B-1), 205-214.
- 八木浩司 (1983) : 加古川中流域の第四紀地殻変動. 東北地理, **35**, 72-80.
- 山元孝広・栗本史雄・吉岡敏和 (2000) : 龍野地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 66p.

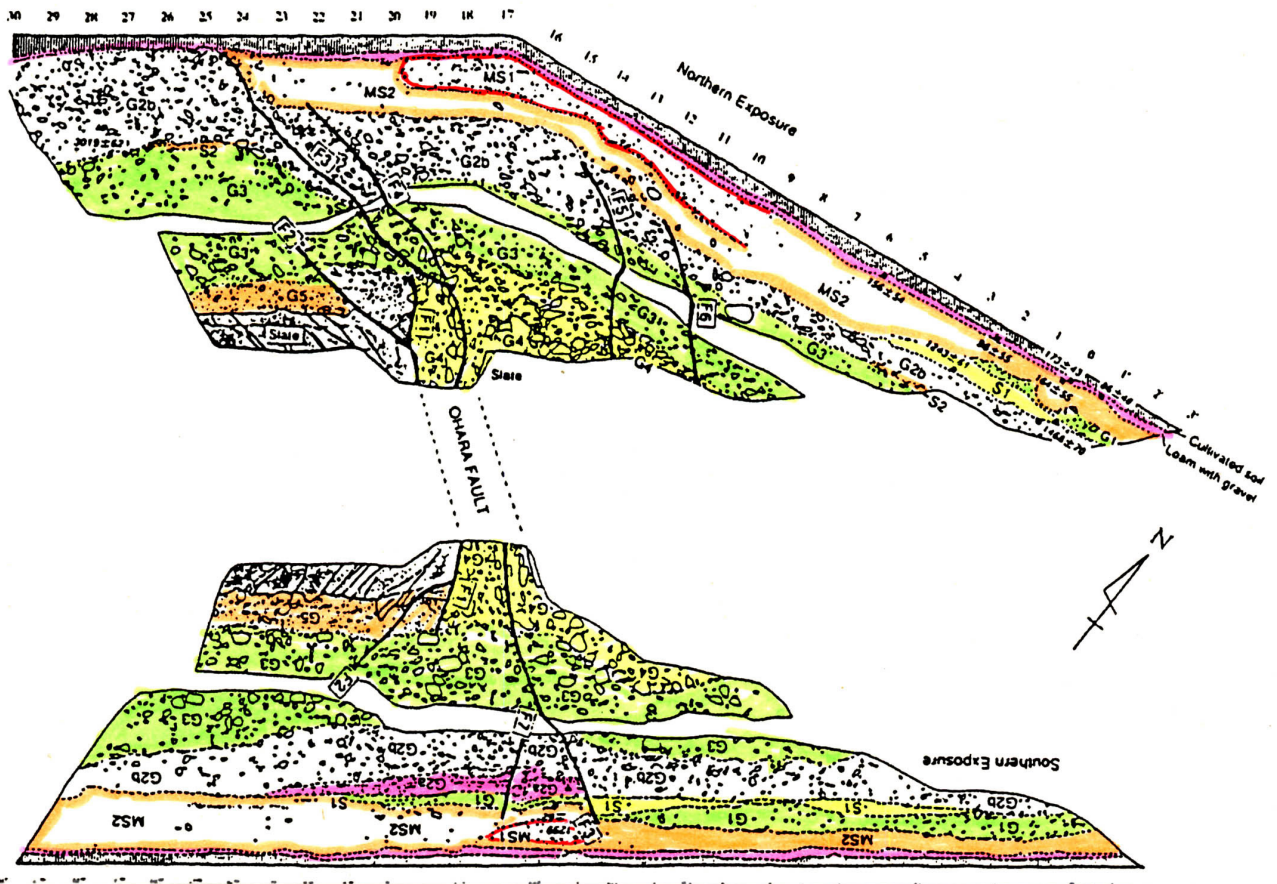


図3 大原断層古町地点のトレンチスケッチ（遠田ほか、1995 に一部加筆）

図の年代値は、暦年未補正の放射性炭素同位年代。

主な年代値を暦年補正すると以下ようになる。

（紀元後は世紀単位で表示。また、紀元前は100年単位で四捨五入して表示）

164±55（MS1層、北面右上） → 現世

1299±62（MS2層、南面中央） → 7-8世紀

1468±70（S1層、北面右端） → 6-7世紀

3019±62（S2層、北面左端） → 約3千4百-3千1百年前

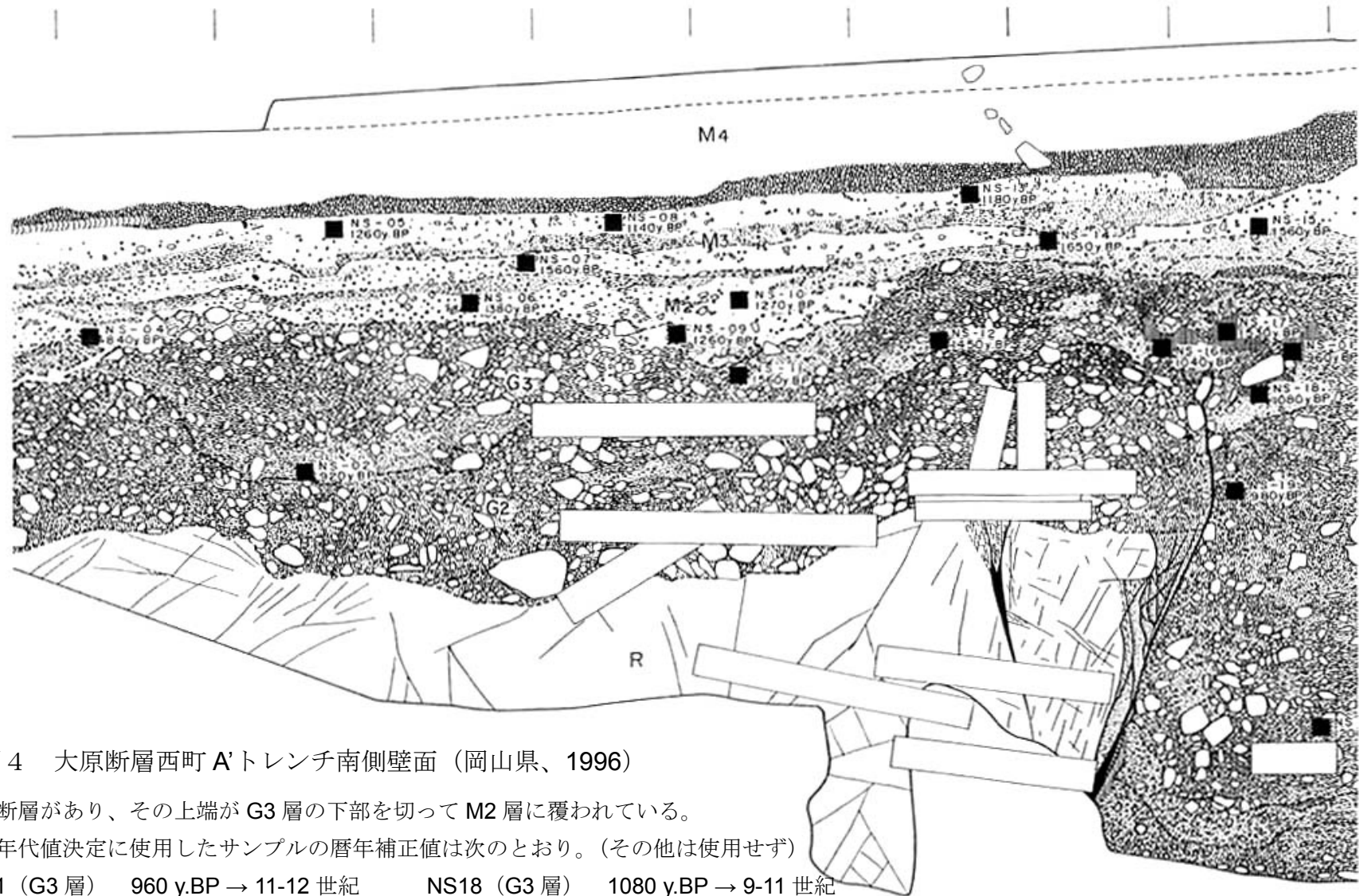


図4 大原断層西町A'トレンチ南側壁面（岡山県、1996）

右端に断層があり、その上端がG3層の下部を切ってM2層に覆われている。

地層の年代値決定に使用したサンプルの暦年補正值は次のとおり。（その他は使用せず）

NS01 (G3層)	960 y.BP → 11-12世紀	NS18 (G3層)	1080 y.BP → 9-11世紀
NS02 (G3層)	920 y.BP → 11-12世紀	NS04 (G2層)	840 y.BP → 12-13世紀

なお、図中に散在する白い横長の長方形は、壁面崩壊を防ぐための土留めである。

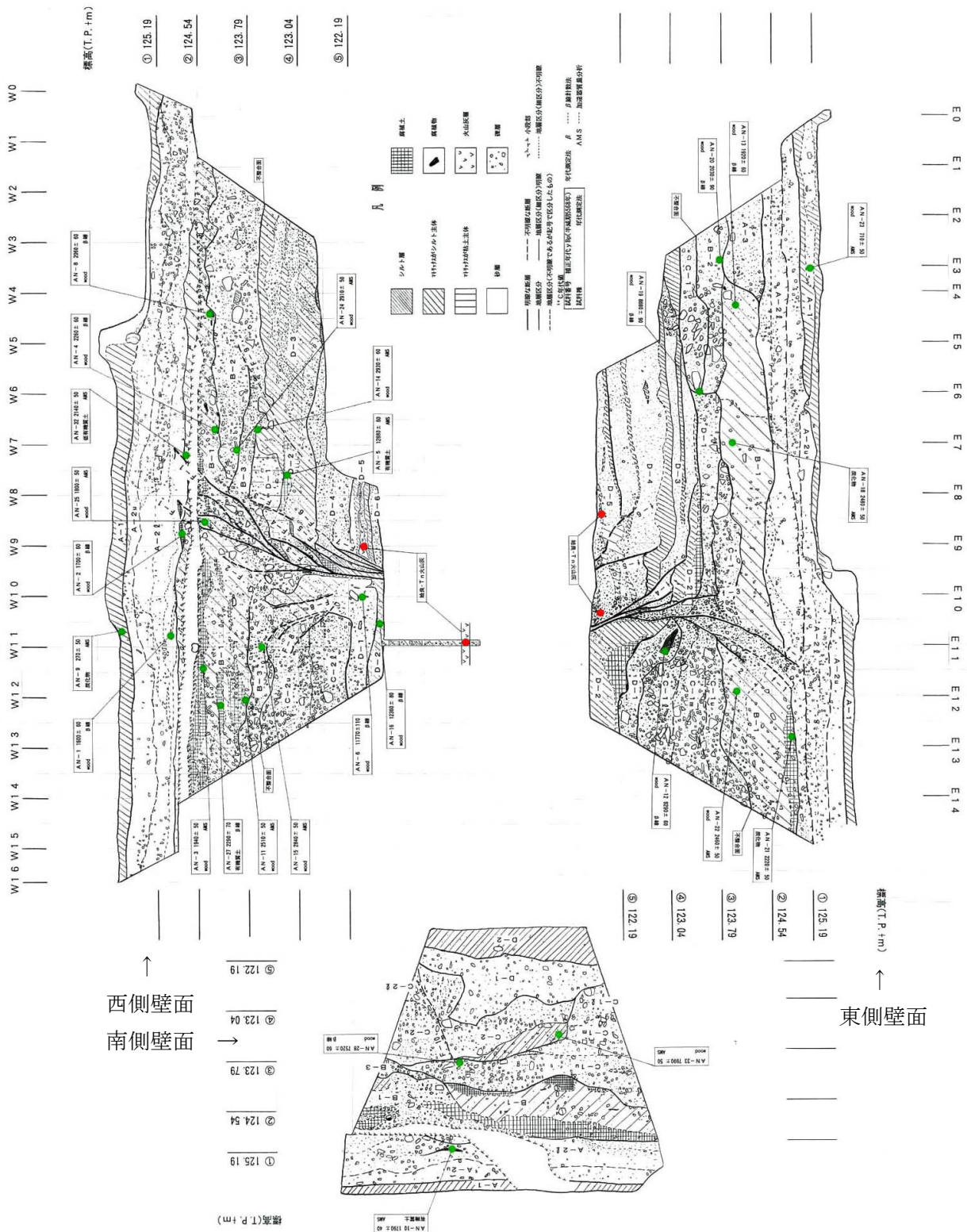


図5 安富断層安志トレンチ（兵庫県 1996、1/2 に縮小→縮尺 1/100）

イベントの年代値確定に使用したサンプルの年代値は下記のとおりである。

A-1層 AN-23 (710±50y.BP) → 13-14世紀

B-1層 AN-25 (1800±50y.BP) → 2-4世紀

B-3層 AN-15 (2840±50y.BP) → 3千1百-2千9百年前

C-2層 AN-33 (7990±50y.BP) → 9千-8千7百年前

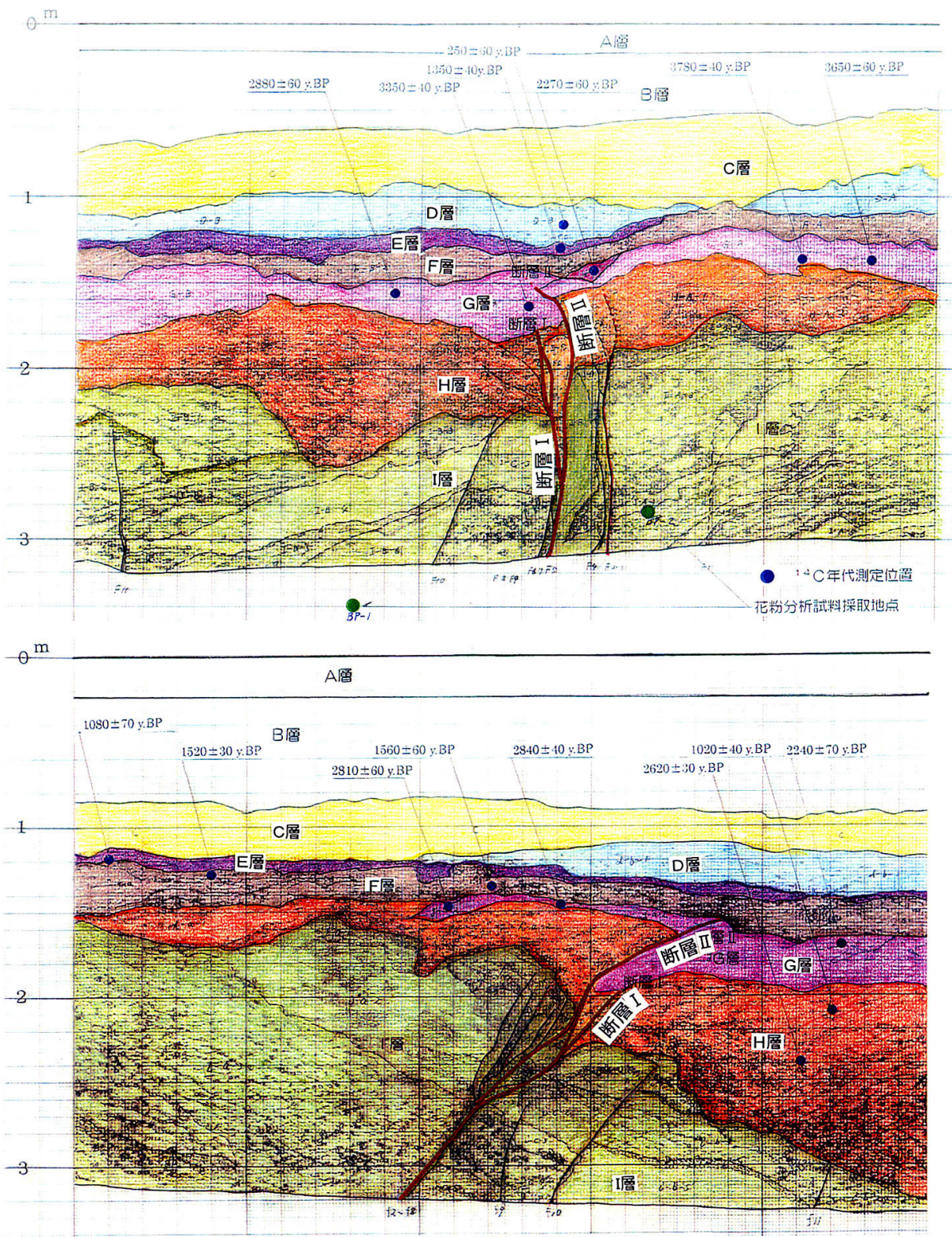


図6 琵琶甲断層琵琶甲トレンチ 兵庫県 (2000)、縮小

上が北西壁面、下が南東壁面である。年代値の暦年補正後の値は下表参照。

260±60yBP→16世紀以降	2870±60yBP→約3千1百-2千9百年前	3760±40yBP→約4千3百-4千年前
1350±40yBP→7-8世紀	3310±40yBP→約3千6百-3千5百年前	2220±70yBP→約2千4百-2千2百年前
1090±70yBP→9-11世紀	2870±60yBP→約3千1百-2千9百年前	2800±40yBP→約3千-2千9百年前
1520±30yBP→6-7世紀	2240±40yBP→約2千4百-2千2百年前	2580±30yBP→約2千8百-2千7百年前
1570±60yBP→5-6世紀	3610±60yBP→約4千1百-3千8百年前	960±40yBP→11-12世紀

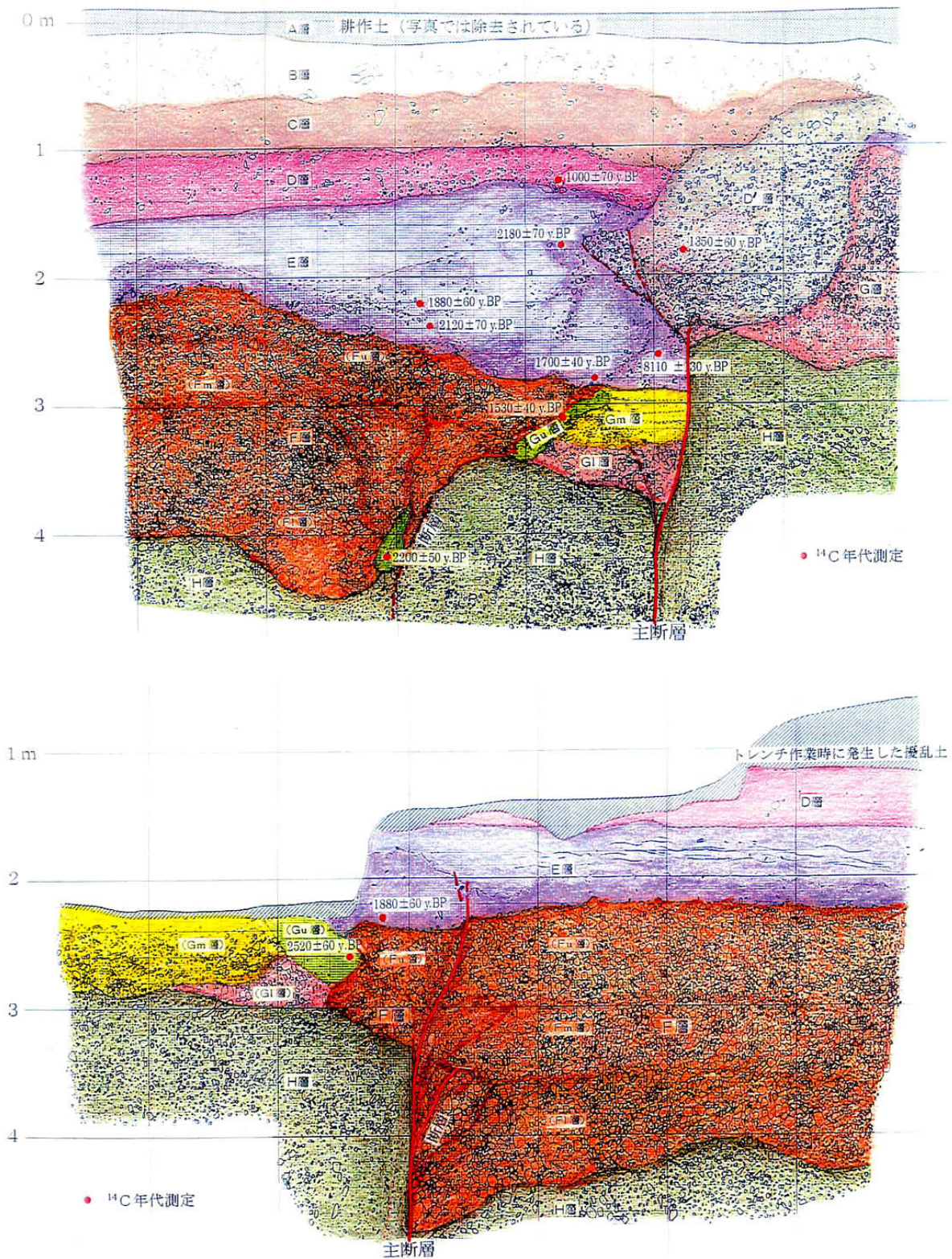


図7 草谷断層トレンチ解釈図 兵庫県 (2000)、上が南西壁面、下が北東壁面
 暦年補正後の主な年代値は下記のとおり。¹³C補正前の値なので、年代値が逆転している場合がある。
 * を付したものは、上図中に登場しないが、地層の年代決定に使用した年代値サンプルである。

- * 950±60yBP→11-12世紀 (D層) 1000±70yBP→11-12世紀 (D層)
- 1700±40yBP→5-6世紀 (E層) 1880±60yBP→2-4世紀 (E層) 1850±60yBP→1-3世紀 (E層)
- 1850±60yBP→1-3世紀 (E層) 1850±60yBP→1-3世紀 (E層) 1530±40yBP→6-7世紀 (G層)
- 1980±70yBP→約2千1百-1千8百年前 (E層) 2120±70yBP→約2千2百-2千0百年前 (E層)
- 2180±70yBP→約2千4百-2千0百年前 (E層) 8110±130yBP→約9千3百-8千8百年前 (E層)
- 2200±50yBP→約2千4百-2千1百年前 (G層) 2520±60yBP→約2千8百-2千4百年前 (G層)

山崎断層帯

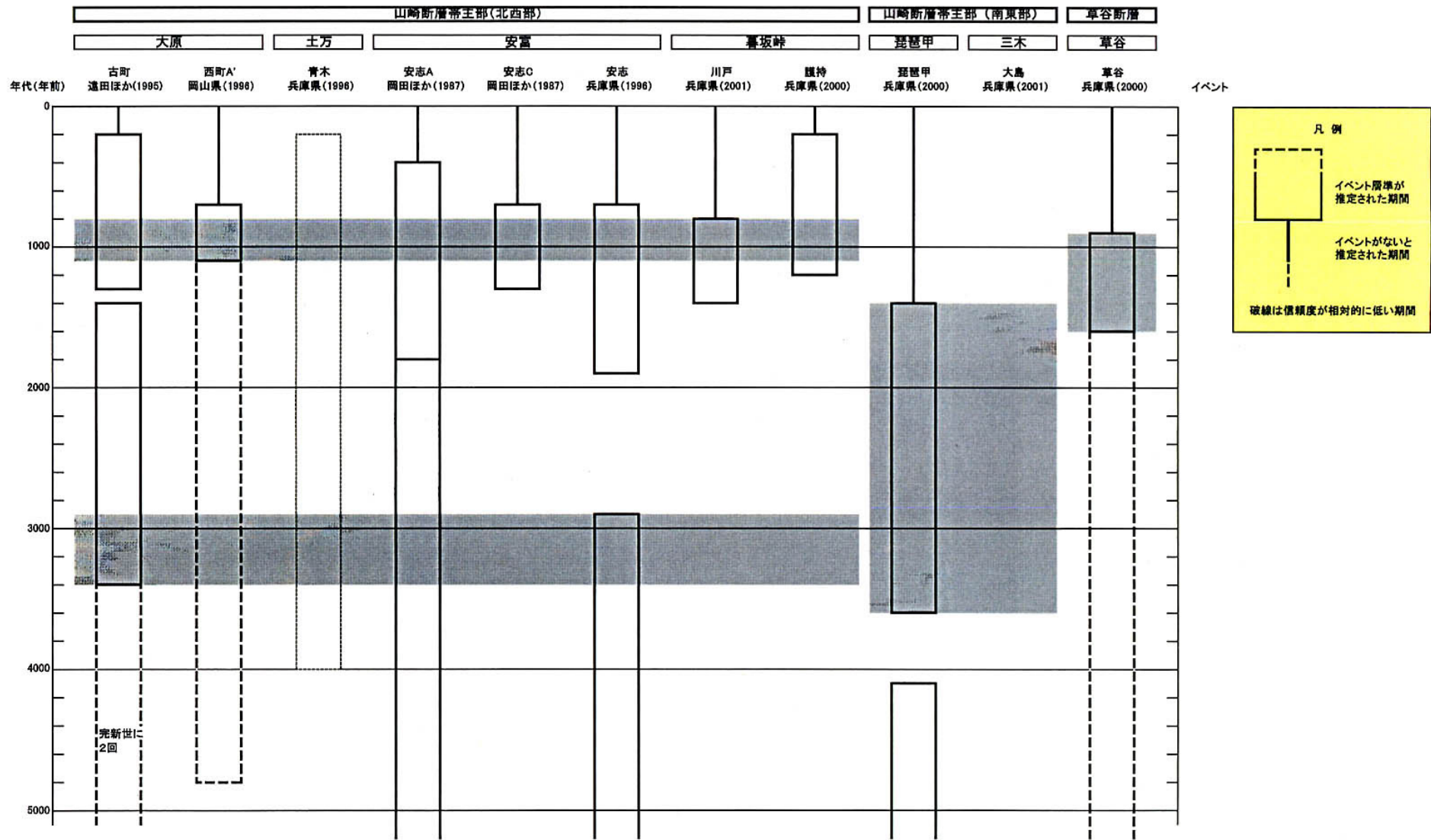


図8 山崎断層帯の活動の時空間分布

表 7 山崎断層帯主部（北西部）の将来の地震発生確率及び参考指標

項 目	将来の地震発生確率等	備 考
地震後経過率（注 7）	0.5 － 0.6	
今後 30 年以内の発生確率	0.06% － 0.8%	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（2001）参照。
今後 50 年以内の発生確率	0.1% － 1%	
今後 100 年以内の発生確率	0.2% － 3%	
今後 300 年以内の発生確率	2% － 20%	
集積確率（注 8）	0.1% － 2%	
指標(1) 経過年数 比	マイナス 5 百年 － マイナス 2 百年 0.7 － 0.9	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(2)	0.04 － 0.4	
指標(3)	0.1% － 2%	
指標(4)	0.005 － 0.06	
指標(5)	0.0004 － 0.0006	

表 8 山崎断層帯主部（南東部）の将来の地震発生確率及び参考指標

項 目	将来の地震発生確率等	備 考
地震後経過率（注 7）	0.5 － 1.2	
今後 30 年以内の地震発生確率	0.03% － 5%	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（2001）参照。
今後 50 年以内の地震発生確率	0.06% － 8%	
今後 100 年以内の地震発生確率	0.1% － 20%	
今後 300 年以内の地震発生確率	1% － 40%	
集積確率（注 8）	0.08% － 80%	
指標(1) 経過年数 比	マイナス 7 百年 － 1 千 5 百年 0.7 － 2	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(2)	0.03 － 5	
指標(3)	0.08% － 80%	
指標(4)	0.003 － 0.6	
指標(5)	0.0003 － 0.0003	

注 13：那岐山断層帯は、最新活動時期が判明していないため、将来の地震発生確率をポアソン過程で求めている。従って、山崎断層帯主部や草谷断層のような参考指標は算出しない。

表9 草谷断層の将来の地震発生確率及び参考指標

項目	将来の地震発生確率等	備考
地震後経過率（注7）	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（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% - 0.002%	
集積確率（注8）	ほぼ0%	
指標(1) 経過年数 比	マクス2千7百年 - マクス1千9百年 0.2 - 0.5	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(2)	ほぼ0 - 0.00003	
指標(3)	ほぼ0%	
指標(4)	ほぼ0	
指標(5)	0.0002	

注14：評価時点はすべて2003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。ポアソン過程を適用した場合の危険率は、山崎断層帯主部北西部の場合2千3百分の1 - 1千8百分の1（0.0004 - 0.0006）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、山崎断層帯主部北西部の場合は今後2百年から5百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）。

附表

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。